

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YAĞSIZ YOĞURT ÜRETİMİNDE SİMPLÉSSE VE MALTRİN
KULLANIMININ YOĞURTLARIN KALİTESİ VE
MİKROSTRÜKTÜRÜ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Gülcan BATI

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2008**

Yrd. Doç. Dr. Mutlu AKIN danışmanlığında, Gülcan BATI'nın hazırladığı **“Yağsız Yoğurt Üretiminde Simplese ve Maltrin Kullanımının Yoğurtların Kalitesi ve Mikrostrüktürü Üzerine Etkilerinin Araştırılması”** konulu bu çalışma/...../..... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mutlu Buket AKIN

Üye: Prof. Dr. Nuray GÜZELER

Üye: Prof. Dr. Barbaros ÖZER

Bu Tezin Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Prof. Dr. İbrahim BOLAT
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Harran Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 771

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER	5
2. 1. Yağ İkame Maddelerinin Gruplandırılması.....	5
2. 1. 1. Yağ benzeri maddeler (fat substitutes).....	5
2. 1. 2. Yağ benzeri maddeler (fat mimetics).....	7
2. 1. 2. 1. Protein kaynaklı yağ taklidi maddeler.....	7
2. 1. 2. 2. Karbonhidrat kaynaklı yağ taklidi maddeler.....	10
2. 1. 2. 3. Yağ benzeri yağ ikame maddeleri.....	11
2. 1. 2. 4. Yağ ikame maddesi kombinasyonları.....	12
2. 2. Yağ İkame Maddeleri Kullanılarak Üretilen Yoğurtlar.....	12
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	17
3. 1. Materyal	17
3. 2. Yöntem	17
3. 2. 1. Yoğurt üretim yöntemi	17
3. 2. 2. Fiziksel analizler	18
3. 2. 2. 1. Serum ayrılması	18
3. 2. 2. 2. Vizkozite	19
3. 2. 3. Kimyasal analizler	20
3. 2.3 . 1. pH tayini.....	20
3. 2.3 . 2. Titrasyon asitliği tayini	20
3. 2.3 . 3. Kurumadde tayini.....	20
3. 2.3 . 4. Yağ tayini.....	20
3. 2.3 . 5. Toplam azot ve protein tayini.....	20
3. 2.3 . 6. Asetaldehit.....	20
3. 2. 4. Mikrostrüktür	21
3. 2. 5. Duyusal analizler	21
3. 2. 6. İstatistiksel analizler	21
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	23
4. 1. Yoğurtların Bileşimi	23
4. 2. Yoğurtlarda Depolama Süresince Saptanan Özellikler	25
4. 2. 1. Fizikokimyasal özellikler.....	25
4. 2. 1. 1. pH	25
4. 2. 1. 2. Titrasyon asitliği (%l.a.)	26
4. 2. 1. 3. Serum ayrılması	28
4. 2. 1. 4. Vizkozite	29
4. 2. 1. 5. Asetaldehit	31
4. 2. 2. Mikrostrüktür	32
4. 2. 3. Duyusal özellikler	38
4. 2.3 . 1. Aroma	38
4. 2.3 . 2. Yapı ve tekstür	41
4. 2.3 . 3. Görünüm	42
4. 2.3 . 4. Toplam puan	43
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	45
KAYNAKLAR	49
ÖZGEÇMİŞ	52
EKLER.....	53
ÖZET	59
SUMMARY	61

ÖZ

Yüksek Lisans Tezi

YAĞSIZ YOĞURT ÜRETİMİNDE SİMPLESSE VE MALTRİN KULLANIMININ YOĞURTLARIN KALİTESİ VE MİKROSTRÜKTÜRÜ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Gülcan BATI

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mutlu Buket AKIN
Yıl: 2008, Sayfa: 62

Bu çalışmada, yağsız süt tozundan üretilen sütlere farklı yağ ikame maddeleri katılarak üretilen yoğurtların özellikleri araştırılmıştır. Bu amaçla yağ içeriği %1.5 ve %0.5'e standardize edilmiş sütlere Simplese®100, Maltrin®40 ve Simplese®100-Maltrin 040 karışımı ilave edilerek yoğurtlar üretilmiştir. Kontrol olarak da yağlı (%3 yağ), yağı azaltılmış (%1.5 yağ) ve yağsız (%0.5yağ) süt kullanılarak üretilen yoğurtlar kullanılmıştır.. İki tekerrürlü olarak üretilen yoğurtlar buzdolabı koşullarında ($4\pm1^{\circ}\text{C}$) 21 gün süreyle depolanmıştır. Üretilen yoğurtların, depolama süresince meydana gelen fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerindeki değişiklikler belirlenmiş ve yağ ikamesi kullanımının yoğurtların mikrostrüktürüne etkisi incelenmiştir. Yağ içeriğinin, yağ ikame maddesi ilavesinin ve depolama süresinin yoğurtların pH, toplam asitlik, vizkozite, serum ayrılması ve duyuşal özelliklerini önemli düzeyde etkilediği ($p<0.01$) belirlenmiştir. Yağ ikame maddesi ilavesinin yoğurtların incelenen özelliklerini olumlu yönde etkilediği görülmüş ve %1.5 yağlı süte Maltrin 040 ilave edilerek üretilen yoğurtların, yağlı kontrol örneğine en yakın özelliklere sahip olduğu saptanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Yağı azaltılmış yoğurt, maltrin, simplese, mikrostrüktür, kalite.

ABSTRACT

Msc Thesis

THE RESEARCH ON THE QUALITY AND MICROSTRUCTURE OF YOGURT USING SIMPLESSE AND MALTRIN IN THE PRODUCTION OF FAT FREE YOGURT

Gülcan BATI

**Harran University
Graduate School of Naturel and Applied Sciences
Department of Food Engineering**

**Supervisor: Assist. Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN
Year: 2008, Page: 62**

In this study, the properties of yogurt produced from reconstituted skim milk powder with added of fat replacers, were investigated. In this respect, nine yogurts produced by using Simplese®100, Maltrin 040 and mixture of Simplese®100-Maltrin040 as fat replacers. Fat contents of the samples were standardized to 1.5% and 0.5%. Also fatty yogurt (3% fat), reduced fat yogurt (1.5% fat) and fat free yogurt (0.5% fat) were produced as control. The yogurt samples were stored in refrigerator at 4±1°C for 21 days, which was carried out in duplicate. The physical, chemical and sensory properties of experimental yogurts were determined during storage period and the effects of fat replacers on the microstructure of yogurts were investigated. It was determined that fat content, addition of fat replacers and storage were affected the pH, titratable acidity, dry matter, fat, protein, viscosity, whey separation and sensory properties of yogurt samples significantly ($p<0.01$). Results indicated that, the effects of fat replacers improved the quality of yogurt, and the sample, in which the fat content was standardized to 1.5% and added with Maltrin 040, was the most closest sample to the full-fat control yogurt.

KEY WORDS: Reduced fat yogurt, Simplese, Maltrin, microstructure, quality.

TEŞEKKÜR

Tez konumun seçiminden araştırmanın yürütülmesi ve değerlendirilmesine kadar, her konuda bana çok yardımcı olan değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Mutlu Buket AKIN'a, tez çalışmasının yürütülmesi esnasında düşünce ve önerileriyle de bana yol gösteren Yrd. Doç. Dr. Serdar AKIN'a, düşünce ve önerilerinden faydalandığım Prof. Dr. Barbaros ÖZER'e, çalışma boyunca yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Avni KIRMACI ve benim günlere gelmemi sağlayan, maddi ve manevi beni her zaman destekleyen sevgili babama ve anneme çok teşekkür ederim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. Yoğurt üretimi akış şeması	19
Şekil 3.2. Duyusal analiz formu.....	22
Şekil 4.1. Yoğurt örneklerinde depolama süresince saptanan pH değerleri.....	26
Şekil 4.2. Yoğurtlarda asitliğin zamana göre değişimi.....	27
Şekil 4.3. Yoğurtlarda depolama süresince serum ayrılması miktarındaki değişim...	29
Şekil 4.4. Yoğurtlarda vizkozitenin depolama boyunca değişimi.....	30
Şekil 4.5. Depolama boyunca yoğurtlardaki asetaldehit düzeyindeki değişimler.....	31
Şekil 4.6. Yağlı, yarım yağlı ve yağsız kontrol yoğurtlarının mikrostrüktürleri.....	33
Şekil 4.7. Simplese®100 ilave edilerek üretilen yoğurtların mikrostrüktürleri.....	35
Şekil 4.8. Maltrin 040 ilave edilerek üretilen yoğurtların mikrostrüktürleri.....	36
Şekil 4.9. Simplese®100 ve Maltrin 040 ilave edilerek üretilen üretilen yoğurtların mikrostrüktürleri.....	37
Şekil 4.10. Yoğurt örneklerinin aroma puanlarının depolama süresince değişimi.....	40
Şekil 4.11. Yoğurt örneklerinde tekstür puanlarının depolama süresince değişimi.....	41
Şekil 4.12. Yoğurtlarda depolama süresince görünüm puanlarındaki değişim.....	42
Şekil 4.13. Yoğurtlarda depolama süresince toplam duyusal puanlarındaki değişimler	44

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 2. 1. Protein kaynaklı bazı yağ ikame maddeleri	8
Çizelge 2. 2. Yağ benzeri yağ ikame maddeleri.....	11
Çizelge 3. 1. Deneme yoğurtlarının içerdiği yağsız kurumadde, yağ ve yağ ikamesi oranları.....	17
Çizelge 4. 1. Yoğurt üretiminde kullanılan sütlerin bileşimleri.....	23
Çizelge 4. 2. Yoğurtlarda depolama süresince saptanan bazı kimyasal ve fiziksel değerler.....	24
Çizelge 4. 3. Depolama boyunca duyuşal özelliklere ait puan değerleri.....	39

1. GİRİŞ

Yağlar, hem en önemli enerji kaynağı olmaları hem de yaşamsal işlevi olan esansiyel yağ asitleri ve yağda çözünen vitaminleri içermelerinden dolayı, hayatımızın vazgeçilmez unsurlarındandır. Gıda yapısında bulunan yağın bir çok önemli görevi vardır. Bunlardan bazıları; tat, aroma, viskozite, yapı, tekstür, kıvam, yumuşaklık, erime özelliği, büzülmeyi önleme, hava tutmayı sağlama, emülsiyon oluşturma gibi özelliklerdir. Ürün içerisindeki yağ oranı azaltılırsa yukarıda belirtilen özelliklerin bir çoğunda olumsuzluklar meydana gelmektedir. Örneğin üretilen düşük yağlı ürünlerde tat-aroma kaybı, kuruma, sertlik, yapışkanlık, olgunlaşma süresinde uzama, randıman düşüşü gibi birçok problem ortaya çıkmaktadır.

Son yıllarda yapılan araştırmalar, ekonomik yönden gelişmiş toplumlarda, şişmanlık ve buna paralel olarak gut, diyabet, yüksek tansiyon, dolaşım sistemi rahatsızlıkları gibi hastalıkların arttığını göstermektedir. Bunun en büyük nedeninin de aşırı gıda tüketimi, hareketsizlik, diyetle fazla oranda doymuş yağ ve kolesterol içeren gıdaların tüketilmesi olduğu belirtilmektedir. Bu nedenle tüketiciler sağlık kaygılarından dolayı, yağ oranı düşürülmüş ürünlere karşı son yıllarda hızla artan bir talep göstermişlerdir. Bu artan isteği karşılamak için gıda endüstrisi, piyasadaki ürünlere ilave olarak her yıl yeni geliştirilmiş ürünler piyasaya sunmaktadır (Kruse ve ark., 1994).

Süt ve ürünlerinin birçok üstün özelliği genel bir kabul görmesine ve süt ve süt ürünleriyle alınan doymuş yağların sağlık açısından bir risk teşkil etmeyeceği ve doymuş yağların oranının da rahatlıkla tolere edebilecek sınırlarda olduğu düşüncesine karşın, genel olgu, özellikle dolaşım sistemi rahatsızlığı olan ve sağlığı konusunda aşırı hassas bireylerde hayvansal gıdaların tüketiminden kaçınma şeklinde sonuçlanmaktadır. Bundan dolayı, genelde hayvansal gıdalarda, özelde ise süt ürünlerinde doymuş yağların ve kolesterolün oranını düşürmek için, çok sayıda

araştırma yapılmakta ve ürünlerin hammadde ve bileşimlerinde bazı değişiklikler yapılmaktadır. Yağ ikame maddelerinin kullanım da bu yöntemlerden biridir.

Yağ ikame maddesi, gıda maddesine ilave edildiğinde, yağın fonksiyonel özelliklerini gıdaya kazandıran ve yağ yerine gıdaya katılabilen değişik kaynaklı ve özellikteki ürünlerin tümüne denmektedir. Bu maddeler ürünlerde düşük yağ oranından kaynaklanan duyuşal ve fiziksel problemleri önlemektedir. Yağ ikameleri bileşimlerine bağılı olarak üründe yağlılık hissi, yağ benzeri tat aroma hissi, üründe istenilen tekstür oluşumu, yumuşaklık ve kıvamlılık oluşturabilmektedir. Yağ ikame maddeleri “yağ benzeri maddeler (fat substitutes)” ve “yağ taklidi maddeler (fat mimetics)” olarak sınıflandırılmaktadırlar. Ayrıca bu maddelerin kombinasyonları da kullanılmaktadır (Metin ve Koca, 1999).

Yağ benzeri maddeler, katı ve sıvı yağların fiziksel ve fonksiyonel özelliklerine sahiptir. Bunlar, düşük kalori veren veya hiç kalori vermeyen yapısal lipitler veya sentetik bileşiklerdir, yağlarla aynı özellikleri gösterirler ve ürüne benzer ağız hissi ve fonksiyonel özellikler kazandırır. Ayrıca bu maddeler apolar olduğundan (yağ da apolardır), yağın kimyasal rolü ve lezzet maddeleri taşıma kapasitesi gibi özelliklerin yerini de tutabilirler (Drake ve Swanson, 1995, Sipahioğlu ve ark., 1999).

Yağ taklidi maddeler, karbonhidrat veya protein bazlı ürünler olup gıda içerisinde doğal katı ve sıvı yağların özelliklerini taklit etmektedirler. Bu ürünler kremamsı bir doku oluşturmaktadırlar. Kalori değerleri 0-4 kcal/g'dır. Yağ taklitleri proteinler, hidrokolloidler ve mikro kristalize selüloz içermektedir. Bunların yapıları yağlardan tamamen farklı olduğundan yağ miktarının azaltılmasında önemli etkileri bulunmaktadır. Yağ taklidi maddelerin su tutma, tekstür iyileştirme, stabilize etme, ağız hissini iyileştirme gibi başlıca işlevleri bulunmaktadır. Bunlar polar, suda çözünür bileşiklerdir. Suda çözünür lezzet bileşiklerini taşıyabilirler ancak yağda çözünenleri taşıyamazlar. Doğal ürünlerden türetildikleri için kullanımları daha kolay olmaktadır. Bu maddeler protein kaynaklı yağ taklidi maddeler ve karbonhidrat kaynaklı yağ taklidi maddeler olmak üzere iki grupta incelenir (McMahon ve ark., 1996).

Protein düzeyindeki artış gıda maddelerinin ağız hissine olumlu bir etkiye bulunur. Yağsız gıda ürünlerinin lezzetlerinde büyük değişimler oluşmakta ve yağ oranı azaltıldığında her bir lezzet bileşeni bundan etkilenmektedir. Protein bazlı yağ taklitleri aynı zamanda lezzet bileşenlerini bağlayarak lezzet profilini de değiştirmektedirler. Bu gruptaki ürünler doğal ingrediyeentlerden türetilmiş olup protein bazlı, suda dağılan ve topaklanmayan partiküllerdir. Bu gruptaki yağ taklitleri denatüre olmuş proteinler ve maillard reaksiyonu ürünleri oluşturmaları nedeniyle yağda pişirme gibi yüksek sıcaklık gerektiren uygulamalarda kullanılmaktadırlar. Bu maddeler partikül bazlı ürünler olduklarından, mikropartiküllerin şekil, boyut ve dokuları duyuusal ve kremamsı özelliklerinin oluşturulmasında önemli role sahiptirler. Çözünür gıda proteinleri genelde nemli ve yapışkan ürünler oluştururken ısısal olarak denatüre olmuş proteinler kaba, kumlu doku vermektedirler. Simplese ®100, Trailbalzer ve Lita protein bazlı yağ taklidi maddelere örnek olarak verilebilmektedir. Bu tip yağ taklitleri süt ürünleri, salata sosları, margarin ve mayonez tipi ürünler, fırıncılık ürünleri, kahve kremaları, çorbalar ve soslar gibi ürünlerde yağ yerine geçen maddelerdir. Simplese ®100 süt bazlı yağ taklidi bir madde olup süt proteini ve yumurta beyazının mikropartikülasyon işlemine maruz bırakılması ile üretilmektedir.

Gıdalarda hacim verme amacıyla kullanılan karbonhidrat bazlı yağ taklitlerinin başlıca fonksiyonları, su fazının dokusal kalitesini geliştirerek kremamsı, düzgün kıvamlı, yağlı ağız hissi oluşturmaktadır. Bu özellikler yağ taklidi maddelerin jelleşme özelliklerinin ve su fazındaki viskozitelerinin arttırılması ile sağlanmaktadır. Su fazının viskozitesini arttırmak da bu maddelerin su bağlama kapasitesi ile ilgilidir. Gıda maddelerinde bu ürünler yağ ile bire bir oranında yer değiştirecek şekilde kullanılmayıp su ile bağlanmaktadır. Böylece kalori değerlerinde düşüş sağlanmaktadır. Karbonhidrat bazlı yağ taklitleri yağda kızartma işlemi gibi yüksek sıcaklık veya tekli yağ fazına gereksinim duyan uygulamaların hiçbirinde yağ yerine kullanılmamaktadır. Bu tip yağ taklitleri; unlu mamullerde,

dondurulmuş tatlılarda, mayonez, soslar, salata sosları, dondurma, dolgu maddeleri gibi ürünlerde yağ yerine geçen potansiyel ingredientler olarak kullanılmaktadır.

Yoğurt, sütün *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* karışımı veya laktik asit starter kültürleriyle fermente olması sonucunda oluşan bir süt ürünüdür. Yoğurdun en belirgin özelliği canlı laktik asit bakterileri ve yüksek oranda laktik asit içermesidir (Tamime ve Robinson, 1999). Besleyici bir gıda olan yoğurt, aynı zamanda terapatik ve probiyotik (Shah, 2001) etkisi ile sindirim düzenleyici, immun sistemi güçlendirici, antikanserojenik ve serum kolesterolünü düşürme özelliklerine de sahiptir (Sandoval-Castilla ve ark., 2004).

Süt yağının hiper kolesterole neden olduğunun iddia edilmesi (Ney, 1991), ve sağlıklı ürünlere olan ilginin artması tüketicileri, yoğurt da dahil olmak üzere, düşük yağlı süt ürünlerine yöneltmiştir (Sandoval-Castilla ve ark., 2004). Yoğurttaki yağ miktarının azaltılması tekstürü olumsuz yönde etkilemektedir. Genellikle yağ uzaklaştırılarak yerine yağsız süttozu, sodyum kazeinat veya peynir altı suyu protein konsantreleri eklenmektedir. Tam yağlı yoğurdun sahip olduğu kuru madde içeriğine benzer şekilde, bu katkı maddelerinin eklenmesi sonucunda tozumsu tat, (laktoz fermentasyonu sonucunda) aşırı asitlik gelişimi, sert yapı, aşırı miktarda serum ayrılması ve kumumsu yapı oluşabilmektedir. Yağ oranı azaltılmış yoğurtlarda görülen tekstürel kusurların önlenmesi için, süt yağı yerine yağ ikame maddeleri olarak bilinen düşük kalorili ürünler kullanılabilir.

Bu çalışmada, yağ ikamesi olarak Simplese ®100 ve Maltrin 040'ın tek başlarına ve karışım halinde kullanılmasının yağsız yoğurtların mikrostrüktürleri ve bazı kalite parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER

Yağ ikame maddeleri hakkında genel bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

2.1. Yağ İkame Maddelerinin Gruplandırılması

Yağ ikame maddeleri, gıdanın kalori değerinin azalmasını sağlayan yağ yerine kullanılan katkı maddeleridir. Bunlar “yağ benzeri maddeler (fat substitutes)” ve “yağ taklidi maddeler (fat mimetics)” olarak sınıflandırılmaktadırlar. Ayrıca bu maddelerin kombinasyonları da kullanılmaktadır (Huyghebaert ve ark., 1996).

2.1.1. Yağ benzeri maddeler (fat substitutes)

Yağ benzeri maddeler, katı ve sıvı yağların fiziksel ve fonksiyonel özelliklerine sahiptir. Bunlar, düşük kalori veren yada hiç kalori vermeyen yapısal lipitlerdir, veya sentetik bileşiklerdir (Drake ve Swanson, 1995). Yağ benzeri maddeler ya kimyasal olarak sentezlenirler ya da enzimatik modifikasyonlarla ticari katı ve sıvı yağlardan türetilirler (Akoh, 1998).

Yağ benzeri maddeler 4 başlık altında gruplandırılabilir (Huyghebaert ve ark., 1996).

Bunlar;

- a) Düşük enerjili yağ bileşikler
- b) Modifiye ester bağlı kalorisiz yağ benzeri bileşikler
- c) Yağlardan farklı yapıdaki kalorisiz bileşikler
- d) Emülsifiye ediciler

Düşük enerjili yağ bileşikler yapısal lipitlerdir. Yapısal lipitler; orta ve uzun zincirli yağ asitlerinden oluşan triasilgliserollerdir. Bu maddeler 5-7 kcal/g düzeyinde enerji verirler (Drake ve Swanson, 1995). Bu bileşikler arasında yer alan asetogliseroller; triasilgliserol molekülünde asetik asit içerirler ve sentezle elde

edilirler. Orta zincirli trigliseridler ise doğal yağlardan hidroliz, seperasyon ve reesterifikasyon yoluyla elde edilirler ve 8.3 kcal/g enerji veririler. Bu nedenle enerjiyi sınırlı düzeyde azaltırlar (Huyghebaert ve ark., 1996).

Düşük enerjili yağ bileşiklerine bir örnek olarak kaprenin verilebilmektedir. Kaprenin, üç yağ asidi ve gliserinden oluşmaktadır ve 5 kcal/g'lık enerji vermektedirler. Kaprenin şekerleme kaplamalarında ve yumuşak şekerlerde kakao yağı yerine kullanılmaktadır (Huyghebaert ve ark., 1996).

Modifiye olmuş ester bağlı yağ benzeri kalorisiz bileşikler ise sindirim sırasında enzimatik hidrolize dayanıklıdır (Huyghebaert ve ark., 1996). Bu tip bileşiklerde doğal yağların fonksiyonları simüle edilmiştir. Sukroz poliester (SPE), karboksi karboksilat esterleri (CCE), esterifiye olmuş propoksilatlanmış gliserol (EPG), metil glukoz poliesterler (MGPE), trialkoksitrikarbalilat (TATCA) ve trialkoksisitat (TAC), dikarboksilik asit esterleri ve sorbitol yağ asidi esterleri kalorisiz bileşikler sınıfında sayılmaktadırlar. Sukroz poliester (SPE) ticari olarak Olestra adı altında bilinmektedir ve bu grubun en iyi bilinen bileşiğidir. Sukrozun uzun zincirli yağ asitleri ile esterleşmesi sonucu oluşmuş hegza, hepta ve okta esterlerinin karışımıdır (Huyghebaert ve ark., 1996). Bu ürün de görünüş, lezzet, ısı dayanıklılığı ve raf ömrü açısından diğer yağlara benzetilerek üretilmiştir.

Yağlardan farklı yapıda olan kalorisiz bileşikler ise yapıları trigliseridlerden tamamen farklı olan moleküllerdir. Parafinler ve mineral yağların yağ yerine geçen maddeler olarak kullanımları söz konusudur. Ancak parafinlerin gıdalara katılması ile oluşan toksikolojik etkileri üzerinde bir çok araştırma yapılmaktadır. Jojoba yağı çöl iklimi bulunan bölgelerden hasat edilen jojoba bitkisinin çekirdeklerinden elde edilmektedir (Huyghebaert ve ark., 1996). Gıdalara katılımı ve toksikolojisi ile ilgili çalışmalar devam etmektedir.

Emülsifiye edici maddeler; gerçek anlamda yağ benzeri maddeler sayılmazlar, yalnızca yağı azaltılmış sistemlerin reolojik özelliklerini iyileştirirler (Flack, 1996, Drake ve ark., 1998). Bunlar yalancı yağ ikame maddeleri olarak işlev görürler (Drake ve ark., 1998). Bu maddeler hem hidrofilik hem lipofilik özellikler göstererek

yüzey aktif molekülleri olarak görev yaparlar, kayganlık sağlarlar ve reolojiyi kontrol ederler (Akoh, 1998).

2.1.2. Yağ taklidi maddeler (fat mimetics)

Yağ taklidi maddeler, karbonhidrat veya protein bazlı ürünler olup gıda içerisinde doğal katı ve sıvı yağların özelliklerini taklid etmektedirler (Huyghebaert ve ark., 1996, Romeih ve ark., 2002). Bu ürünler kremamsı bir doku oluşturmaktadırlar. Kalori değerleri 0-4 kcal/g'dır. Yağ taklitleri proteinler, hidrokolloidler ve mikro kristalize selüloz içermektedir. Bunların yapıları yağlardan tamamen farklı olduğundan yağ miktarının azaltılmasında büyük etkileri bulunmaktadır (McMahon ve ark., 1996).

2.1.2.1. Protein kaynaklı yağ taklidi maddeler

Protein düzeyindeki artışın gıda maddelerinin ağız hissine olumlu bir etkide bulunduğu bilinmektedir. Protein bazlı yağ taklitleri yağın su içerisinde emülsiyon halinde bulunduğu ürünlerde yağın azaltılması veya ortadan kaldırılması imkanı vermektedirler. Yağsız gıda ürünlerinin lezzetlerinde büyük değişimler oluşmakta ve yağ oranı azaltıldığında her bir lezzet bileşeni bundan etkilenmektedir. Protein bazlı yağ taklitleri aynı zamanda lezzet bileşenlerini bağlayarak lezzet profilini de değiştirmektedir. Bu gruptaki ürünler doğal ingrediyeentlerden türetilmiş olup protein bazlı, suda dağılan ve topaklanmayan partiküllerdir (Akoh, 1998).

Çizelge 2.1. Protein kaynaklı bazı yağ ikame maddeleri

Bileşimi	Tanımları	Kullanıldığı ürünler	Ticari isimleri	100 gr'da bulunan değerleri
Mikro partiküllenmiş protein	Peyniraltısıyu veya süt ve yumurta proteininden elde edilmiştir. Protein gibi sindirilebilir. Kızartma için uygun değildir fakat fırınlama için uygundur.	Simplesse®100	Süt ürünleri, salata sosları, margarin ve mayonez tipi ürünler, fırınlanmış gıdalar, kahve kremaları, çorba ve salçalar.	1 - 2
Modifiye edilmiş peyniraltısıyu konsantesi	Süt proteinlerinin ısıyla denatürasyonu ile elde edilmiştir. Düşük yağlı gıdaların stabilitesiyle aroma ve tekstürünü artırır. Yağın verdiği ağız hissini verir. Kızarmalar için uygun değildir.	Dairy-Lo®	Süt ve süt ürünleri, fırınlanmış gıdalar, salata sosları ve mayonez tipi ürünlerde	4

Çözünür gıda proteinleri genelde nemli ve yapışkan ürünler oluştururken ısısal olarak denatüre olmuş proteinler kaba, kumlu doku vermektedirler. Simplesse®100, Trailblazer ve Lita protein bazlı yağ taklidi maddelere örnek olarak verilebilmektedir. Bu tip yağ taklitleri süt ürünleri, salata sosları, margarin ve mayonez tipi ürünler, fırıncılık ürünleri, kahve kremaları, çorbalar ve soslar gibi ürünlerde yağ yerine geçen maddelerdir (Drake ve Swanson, 1995, Dziezak, 1989).

Simplesse®100 süt bazlı yağ taklidi bir madde olup süt proteini ve yumurta beyazının mikropartikülasyon işlemine maruz bırakılması ile üretilmektedir. İşlem ısı uygulamasını ve protein molekülleri arasındaki denatürasyonu kontrol etmeyi içermekte olup boyutları 0.1-2 µm arasında değişen düzgün küresel partiküller elde edilmektedir. Bu partiküllerdeki düzgün şekil ve yuvarlaklılık düzgün ve kremamsı bir doku oluşmasını sağlamaktadır (Dziezak, 1989). Simplesse®100’de ürüne arzu edilen fiziksel karakteristiği ve organoleptik özellikleri veren proteinlere ilaveten şeker (laktoz), sitrik asit, emülgatörler ve lesitin, ksantan gam, maltodekstrinler ve pektin gibi ingrediyeentler kullanılmaktadır. Bu ürün 1.3 kcal/g’lık kaloriye sahiptir (Küçüköner, 1999). Yapısında bulunan proteinler ortamda bulunan kolesterol veya yağı uzaklaştırmak için ön işleme tabi tutulmaktadır. Simplesse®100’in tek dezavantajı protein sisteminin ısıya duyarlı olmasıdır. Bu durum ürünün jelleşmesine ve kremamsı yapısının kaybolmasına neden olmaktadır. Bu nedenle de söz konusu madde soğuk uygulamalarda kullanılmaktadır. Simplesse®100 ile ilgili diğeri bir sınırlama ise raf ömrünün kısa olmasıdır. Protein ve karbonhidratların mikrokolloidal süspansiyonu mikrobiyel gelişmeye elverişlidir. Bu ürün mayonez gibi su içinde yağ tipi emülsiyonların olduğı koşullarda kullanılmaktadır. Isıya dayanıksızlığı yüzünden kızartma ve fırınlanmış ürünlerde kullanımı uygun değildir (Akoh, 1998).

Trailblazer ksantan gam ve soya, yumurta ve peynir altı suyu proteinleri ve kazein gibi çeşitli proteinlerden meydana gelen lifli yapının oluşturduğı işleme üretilmektedir (Huyghebaert ve ark., 1996). Lif oluşumu ksantan gam ve protein kompleksinin izoelektrik noktasına yakın pH’da başlamaktadır. Lifin dayanıklılığı ısı uygulaması ile artırılmaktadır. Bu lifli protein, yağsız salata soslarının formülasyonunda uygulanmaktadır. Modifiye protein lifleri aynı zamanda donmuş tatlılarda doku verici ajan olarak kullanılmaktadırlar. Trailblazer, lifli proteinlerin homojenizasyonu ve konsantrasyonu sonucu üretilmektedir. Üründeki protein-ksantan liflerinin uzunluğu 10 µm’den az düzensiz şekilli parçacıklardan oluşmaktadır. Protein:gam oranı 2:1’den 4:1 aralığında değişiklik göstermektedir. Liflerin dokusu kullanılan protein gam oranında çeşitlilikle kontrol edilebilmektedir.

Lita mısırdan türetilen yüksek hidrofobik proteinlerin mikropartikülasyon işlemine tabi tutulması ile elde edilen bir yağ taklididir. Hidrofobik proteinler prolaminler olarak bilinmektedirler. Prolaminler suda çözünmemekte etanol gibi gıda saflığında olan sıvı organik çözen sistemlerde çözünmektedirler. Lita kontrollü çöktürme işlemi ile elde edilmektedir. Mısırdaki bulunan hidrofobik proteinin alkollü çözeltisi pH, katkı maddeleri, karıştırma ve sıcaklık gibi kontrollü koşullar altında partikül büyüklüğü 0.3-3 µm arasında değişen kolloidal küresel mikropartiküller halinde süspansiyon şeklini almaktadır. Yağ taklidi, kolloidal süspansiyonun ultrafiltrasyon ile konsantre edilmesi ve su ile diyafiltrasyonu sonucunda alkolün uzaklaştırılması ile elde edilmektedir. Kuru formdaki Lita'nın uzun bir raf ömrü bulunmaktadır. Kullanımdan önce toz tekrar rehidrasyona uğratılmaktadır. Mayonez, dondurma gibi ürünlerde bulunan yağın % 75-100'nün yerine kullanılmaktadır (Hettareachchy ve Ziegler, 1994).

2.1.2.2. Karbonhidrat kaynaklı yağ taklidi maddeler

Gıdalarda hacim verme amacıyla kullanılan karbonhidrat bazlı yağ taklitlerinin başlıca fonksiyonları, su fazının dokusal kalitesini geliştirerek kremamsı, düzgün kıvamlı, yağlılık hissi oluşturmaktır. Bu özellikler yağ taklidi maddelerin jelleşme özelliklerinin ve su fazındaki viskozitelerinin artırılması ile sağlanmaktadır. Su fazının viskozitesini arttırmak da bu maddelerin su bağlama kapasitesi ile ilgilidir. Gıda maddelerinde bu ürünler yağ ile bire bir oranında yer değiştirecek şekilde kullanılmayıp su ile bağlanmaktadır. Böylece kalori değerlerinde düşüş sağlanmaktadır. Karbonhidrat bazlı yağ taklitleri yağda kızartma işlemi gibi yüksek sıcaklık veya tekli yağ fazına gereksinim duyan uygulamaların hiçbirinde yağ yerine kullanılmamaktadır. Bu tip yağ taklitleri; unlu mamullerde, dondurulmuş tatlılarda, mayonez, soslar, salata sosları, dondurma, dolgu maddeleri gibi ürünlerde yağ yerine geçen potansiyel maddeler olarak kullanılmaktadır (Huyghebaert ve ark., 1996, Akoh, 1998).

Karbonhidrat bazlı yağ taklitleri birçok düşük yağlı uygulamalarda başarıyla kullanılmaktadır. Bu bileşenlerin çoğu absorbe edilmekte ve sindirilebilmektedir.

Karbonhidart bazlı yağ taklitlerinin bazen kötü lezzet ve belirli düzeylerin üzerinde kullanıldığında yapıda olumsuzluklar oluşturması gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır. Kötü lezzet çoğunlukla nişastamsı olarak ifade edilirken, istenmeyen ağız hissi sakızımsı ve yapışkan olarak tanımlanmaktadır (Akoh, 1998).

2.1.2.3 Yağ benzeri yağ ikame maddeleri

Yağ ikame maddelerinin üçüncü grubu olan yağ benzeri yağ ikame maddeleri genellikle bitkisel yağ kaynaklı maddelerden oluşmaktadır (Akoh, 1998).

Çizelge 2.2. Yağ benzeri yağ ikame maddeleri

Bileşimi	Ticari isimleri	Kullanıldığı ürünler	100 gr'da bulunan değerleri
Caprenin	Caprenin	Şekerlemede kullanılan yağlar (uzun şekerlerdeki kakao yağı gibi)	5
Emulsifiers (mono- and di-glycerides)	Dur-Lo®, EC™-25	Kek karışımları, kurabiye, pasta kremalar ve bitkisel süt ürünlerinde.	9
Olestra	Olean®	patates, mısır ve tortilla cipsleri, peynirli puffs, ve krakerler.	0
Salatrim	Benefat™	çikolatalar, çikolata kaplamaları, şekerlemelerin hazırlanması, kurabiyeler, krakerler, süt ürünleri (ekşi krema ve peynir), margarinler.	5

2.1.2.4. Yağ ikame maddesi kombinasyonları

Gıdaların kompleks yapıda olmaları nedeniyle, az yağlı üründe arzulan duyuşal ve fiziksel özellikleri sağlamak çoğu zaman tek bir yağ ikame maddesi ile mümkün olmamaktadır. Bu yüzden çeşitli kombinasyonların kullanımı söz konusu olabilmektedir. Bu kombinasyonlardan bazıları Simplese Bakery (peyniraltısıyu proteini, monogliseridler, sodyum sterol laktat), Slingel 100 (guar gam,jeletin), Prolestra (sukroz poliesteri, hayvan ve bitki proteini karışımı), Tandem (mono- ve digliseridler, polisorbat 60), UltraBake NF (granüler nişasta, modifiye sebze proteini, ksantan gam) ve Nutri-Fat (karbonhidrat ve protein karışımı)'dir (Küçüköner ve Doğan, 1999).

2.2. Yağ İkame Maddeleri Kullanılarak Üretilen Yoğurtlar

Tamime ve ark. (1995), yağ ikame maddeleri Simplese®100 ve susuz süt yağının (AMF) yoğurdun mikro tekstürünün ayrılmaz bir parçası olduğunu, fakat yağ ikame maddesi partiküllerinin süt yağı globüllerinden daha büyük göründüğünü bulmuştur. Bu durumun Simplese®100 içeren set tipi yoğurtlarda AMF içerenlerden daha yüksek oranda serum ayrılması görülmesine ve yapısının daha gevşek olmasına neden olduğu bildirilmiştir. Yoğurtlarda görülen temel kusurlardan biri olan serum ayrılmasının bazı süt ingredientleri ve hidrokolloitlerin eklenmesi ile önlenebileceği bildirilmiştir.

Öztürk ve ark. (2000) yaptığı bir araştırmada protein kaynaklı yağ ikame maddeleri Simplese®100 ve Dairy-Lo'nun farklı oranlarda kullanımının set tipi yağsız yoğurt kalitesi üzerine etkilerini incelemiştir. Bu iki yağ ikamesi kullanımının tek başına reolojik ve duyuşal yönden iyi sonuçlar vermediğini belirtmişler ve bu iki yağ ikame maddesinin farklı yoğurt kültürleri ile ve farklı oranlarda yağsız yoğurt üretiminde denenmesinin yararlı olduğu sonucuna varmışlardır.

Wang (2001), patates nişastası ve modifiye mumsu nişastanın enzimatik dönüşümü ile elde edilen maltodekstrin kombinasyonu ile üretilen yağsız yoğurtların tekstürel özelliklerinin geliştiğini ve ağızda dolgunluk yarattığını, zengin bir tat bıraktığını belirtmiştir.

Uysal ve ark. (2003), farklı oranlarda Simplese®100 kullanımının set tipi yarım yağlı ve yağsız yoğurt kalitesi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmada üretilen yoğurtlar 14 gün süreyle 4°C’de depolanmış ve depolamanın 1, 7 ve 14. günlerinde bazı fiziksel, kimyasal ve duysal özellikleri belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre yağ ikame maddesi oranlarının yoğurtların su salma, viskozite, sertlik, kurumadde, yağ, protein, laktoz ve kül üzerine etkisinin önemli olduğu bulunmuş ve Simplese®100 kullanımının yoğurt örneklerinin beğeni derecesini arttırdığı bildirilmiştir.

Yazıcı ve Akgün (2004), %0, %0.25 ve %0.75 seviyelerinde Dairy-Lo ve Simplese®100 içeren ve %0.5 ve %2 yağ içeren sütlerle yapılmış süzme yoğurtların fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duysal özelliklerini, depolamanın 1., 7. ve 14. günlerde analiz etmiştir. Tüm örneklerin pH, titre edilebilir asitlik, toplam kuru madde, protein, yağ, kül, vizkozite, Hunter L-, a- ve b-değerleri, tat, yapı ve tekstür, ve görünüm ve renk analizlerini yapmıştır. %0.5 yağ içerikli örneklerin, titre edilebilir asitlik, kül, vizkozite, ve L- ve a-değerleri %2 yağ içerikli örneklerden daha yüksek çıkmıştır. Dairy-Lo eklenen örneklerin Simplese®100 eklenen örneklere göre daha yüksek titre edilebilir asitlik, yağ, kül, vizkozite, a-değerlerine, ve tat, görünüm ve renk puanlarına sahip olduğu görülmüştür. Yağ ikame maddesi ve depolama süresinin, süzme yoğurtların fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duysal özellikleri üzerine önemli etkisi olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre yağsız yoğurt üretiminde Dairy-Lo ve Simplese®100 ’in başarıyla kullanılabileceği bildirilmiştir.

Sandoval-Castilla ve ark. (2004), yağ ikame maddesi olarak peyniraltı suyu konsantresi (WPC), mikropartiküle peyniraltı suyu proteini (MWP) ve modifiye Tapioca nişastası (MTS) kullanarak rekonstitüe süttten yedi çeşit yağı azaltılmış yoğurt üretmişler ve bunları tekstür profilleri ile mikrostrüktürünü incelemişlerdir.

Elektron mikroskobundan alınan görüntüler düşük yağlı yoğurtların protein matriksinin yağ ikame maddesi içeren örneklerden daha farklı olduğunu göstermiştir. Genel olarak yağ ikame maddesi içeren yoğurtların yağlı yoğurtlardan daha büyük gözeneklere sahip olduğu ve pıhtı sıkılığının daha az olduğu belirlenmiştir. Peyniraltı suyu protein konsantresi içeren yoğurtlarda kazein miselleri birbirine bağlanarak uzun zincirler oluştururken, mikropartiküle peyniraltı suyu içeren yoğurtlarda ve yağsız yoğurtlarda kazein miselleri protein matriksinde yer alan serum proteinleri gibi dağılım göstermiştir. Modifiye Tapioca nişastası içeren yoğurtlar ise daha gevşek bir strüktür göstererek kazein miselleri ile bütünleşmiş, fakat nişasta jelleri bağımsız bir yapı oluşturmuştur. Peyniraltı suyu protein konsantresi ve mikropartiküle peyniraltı suyu proteini karışımı ile üretilen yoğurtların tekstürel özelliklerinin tam yağlı yoğurtlarla benzerlik gösterdiği bulunmuştur.

Lobato-Calleros ve ark. (2004), yağ ikame maddesi olarak peyniraltı suyu konsantresi (WPC), mikropartiküle peyniraltı suyu proteini veya her iki yağ ikame maddesinin karışımını içeren yağ azaltılmış yoğurdun akış ve yayılma özelliğini tespit ederek tam yağlı yoğurt ile (FFY) karşılaştırma yapmışlardır. WPC ile yapılan yoğurdun akışının ve viskoelastik özelliklerinin tam yağlı yoğurda daha çok benzediği görülmüştür.

Farklı oranlarda inülin ilavesinin yağsız yoğurtların kaliteleri üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, inülin ilavesinin asetaldehit, pH ve titrasyon asidi içeriklerini etkilemediği, tirozin ve uçucu yağ asitleri içeriklerini azalttığı ve inülin ilavesi %1'in üzerine çıkarıldığında serum ayrılmasını arttırdığı belirlenmiştir (Güven ve ark., 2005). Çalışmada ayrıca, inülin ilavesinin duysal özellikleri olumsuz etkilediği, en yüksek puanı kontrol grubu örneklerin, en düşük puanı ise %3 inülin ilaveli örneklerin aldığı belirlenmiştir. Genel bir değerlendirme yapıldığında %1 inülin içeren örneklerin kalite özelliklerinin yağlı süttten yapılan kontrol grubu örneklerle benzerlik gösterdiği bildirilmiştir.

Domagala ve ark. (2005), tarafından yapılan bir çalışmada, 2 kg süt yağı/100 kg veya 2 kg oat maltodekstrin/ 100 kg (5kg β -glukan ilaveli maltodekstrin) içeren inek sütlerinden yoğurt üretilmiş ve 21 gün süreyle buzdolabı koşullarında

depolamıştır. Maltodekstrin ilave edilmeyen yağsız yoğurtlar da kontrol olarak kullanılmıştır. Yoğurtlarda depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde duyuusal değerlendirmeler, görünen vizkozite, enstrümantal yapı profili analizleri ve reolojik incelemeler yapılmıştır. Depolama süresinin duyuusal değerlendirme ve tekstür parametreleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiş ve depolama süresince yoğurdun görünen vizkozitesinde düşüşler meydana gelmiştir. Maltodekstrin veya süt yağı içeren yoğurtların duyuusal kalitesindeki farklılıklar bulunmamış ve bu yoğurtların kontrol yoğurtlarından daha iyi duyuusal kaliteye sahip olduğu belirlenmiştir.

Akalın ve ark. (2007), yağı azaltılmış (%1.5 yağ) ve %1.5 fruktooligosakkarit veya serum proteini konsantresi ilave edilmiş yoğurtlarda 28 günlük depolama süresince yoğurt starter kültürlerinin ve *Bifidobacterium animalis*'in canlılığını incelemişlerdir. Karşılaştırma yapmak amacıyla %3 ve %1.5 yağlı kontrol yoğurtları üretilmiştir. Fruktooligosakkaritin, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, ve *Bifidobacterium animalis*'in canlılığını artırmasına rağmen, en yüksek artış, yağı azaltılmış ve serum proteini konsantresi ilave edilmiş yoğurtlarda gözlemlenmiştir. Yağı azaltılmış yoğurda %1.5 serum proteini konsantresi eklenmesi ile, canlı *S. thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, ve *B. animalis* sayısının kontrol örneği ile kıyaslandığında, depolamanın 1. haftasında 1 log daha fazla olduğu belirlenmiştir. %3 yağlı ve yağ ikame maddesi içermeyen tam yağlı kontrol yoğurtta da her iki yoğurt bakterisi ve *B. animalis*'in büyümesindeki benzer gelişim görülmüştür. En yüksek laktik ve asetik asit içeriğinin, serum proteini konsantresi ilave edilen örneklerde saptandığı bildirilmiştir. Depolama süresi boyunca organik asit içeriğinde kademeli bir artış gözlenmiştir.

Şahan ve ark. (2007), β -glukan hidrokoloidal bileşiğinin yağ ikame maddesi olarak yağsız yoğurt üretimindeki kullanımını araştırmışlardır. β -glukan eklenmiş yoğurtlar, β -glukan eklenmemiş olan yağsız yoğurtlarla karşılaştırılmış ve numuneler fiziksel, kimyasal ve duyuusal özellikleri yönünden 1, 7 ve 15 günlük depolama süresi sonunda karşılaştırılmıştır. Deneme yoğurtlarının kül içeriği değişkenlik gösterirken, yağ ve protein içeriklerinin aynı olduğu belirlenmiştir. β -glukan ilavesinin depolamanın hiçbir aşamasında pH, titre edilebilir asitlik, asetaldehit, uçucu yağ

asitleri ve tirozin içeriğinde önemli bir değişime neden olmadığı bildirilmiştir. Titre edilebilir asitlik ve tirozin içeriğinin depolama sırasında önemli şekilde arttığı bulunmuştur. Yoğurttaki jel sıkılığı ve su tutma kapasitesinin β -glukan ilavesinden etkilenmediği, fakat bu parametrelerin depolama süresince azaldığı belirlenmiştir. β -glukan ilavesi ve depolama süresinin yoğurtlarda serum ayrılmasında azalmaya neden olduğu saptanmıştır. Ayrıca yoğurtlardaki viskozite değerlerinin, β -glukan ilavesi ve depolama süresiyle arttığı bildirilmiştir. Duyusal sonuçlara göre, kontrol yoğurtların daha çok tercih edildiği, fakat yağsız yoğurt üretiminde az miktarda, β -glukan bileşiği kullanımının duyusal açıdan tatmin edici sonuçlar verdiği belirtilmiştir. %0.25 ve %0.50 β -glukan hidrokoloidal bileşiği içeren yoğurtların uzman panel tarafından kabul edilebilir nitelikte bulunduğu ve kontrol yoğurtlarına benzer puanlar aldığı bildirilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma materyali olarak yağsız kurumaddesi %12'ye standardize edilmiş rekonstitüe sütlerden üretilen yoğurtlar kullanılmıştır. Yoğurt üretiminde ticari yoğurt kültürü (*Str.thermophilus*, *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* kullanılmıştır. Sütlerde yağsız kurumadde standardizasyonu yağsız süt tozu (Sütaş, SÜTAŞ A.Ş.) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sütlerin yağ içeriği %35 süt yağı içeren krema ile (Tikveşli) %3, %1.5 ve %0.5'e standardize edilmiştir. Yağ ikamesi olarak Simplese®100 ve Maltrin 040 kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Yoğurt üretim yöntemi

Yoğurt üretimi Tamime ve Robinson (1999)'a göre yapılmıştır.

Çizelge 3.1. Deneme yoğurtlarının içerdiği yağsız kurumadde, yağ ve yağ ikamesi (Simplese®100, Maltrin 040 ve Simplese®100 - Maltrin 040 karışımı) oranları (%)

Örnekler	Yağsız Kurumadde	Yağ	Simplese®100	Maltrin 040	Simplese®100-Maltrin 040 karışımı
A	12	3	-	-	-
B	12	1.5	-	-	-
C	12	1.5	1	-	-
D	12	1.5	-	0.5	-
E	12	1.5	-	-	0.5-0.25
F	12	0.5	-	-	-
G	12	0.5	1	-	-
H	12	0.5	-	0.5	-
I	12	0.5	-	-	0.5-0.25

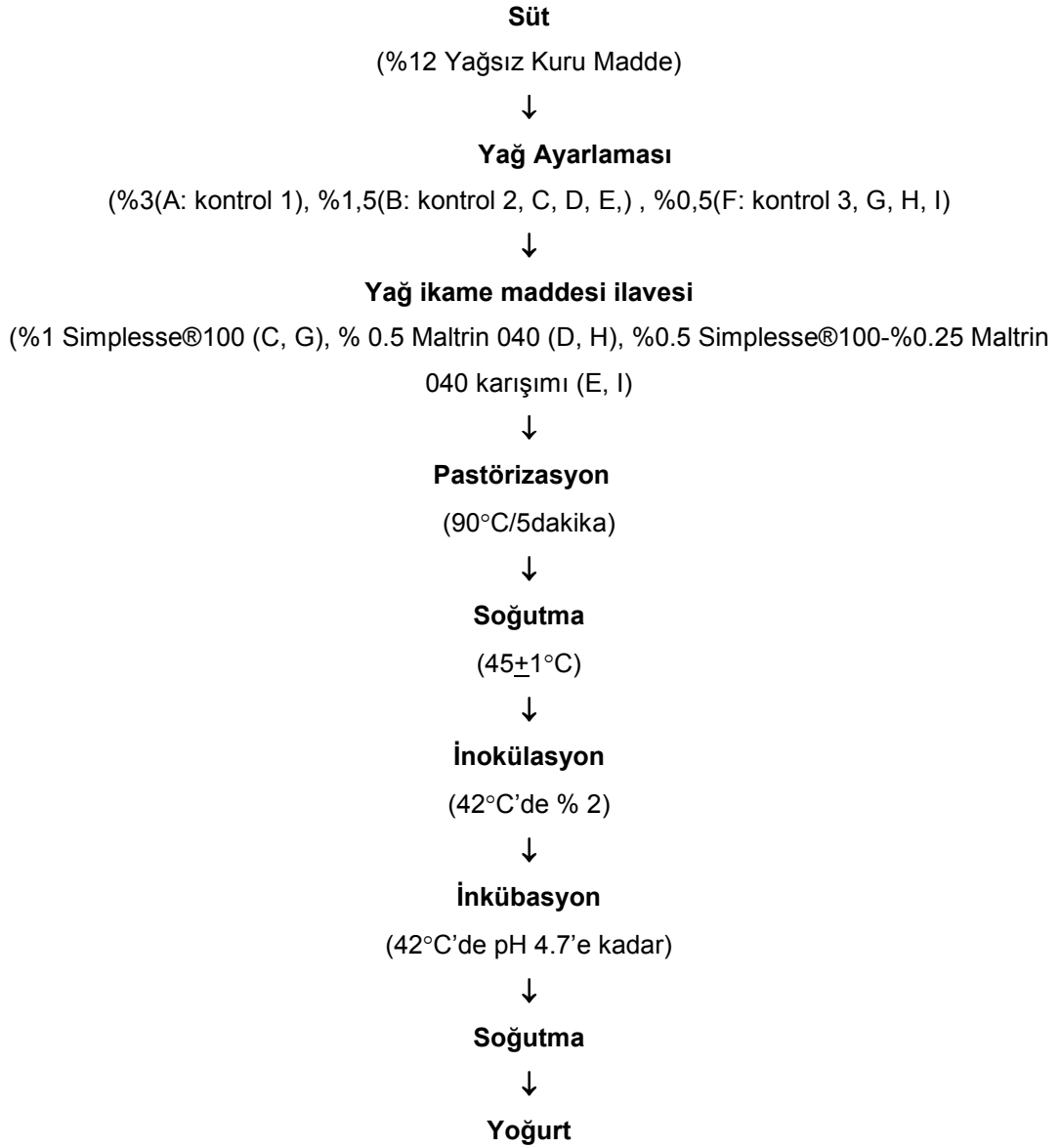
Yağsız kurumadde içeriği %12'ye standardize edilmiş sütler üç gruba ayrılmış ve birinci grubun yağ içeriği %3'e, ikinci grubun yağ içeriği %1,5'a ve üçüncü grubun yağ içeriği de %0,5'e standardize edilmiştir. Yağ içeriği %3'e standardize edilen sütler (A: kontrol 1) yağ ikamesi ilave edilmemiştir. Yağ içeriği %1,5'e standardize edilmiş sütler dört gruba ayrılmış ve ilk gruba (B: kontrol 2) yağ ikamesi ilave edilmemiştir. Diğer üç gruba sırasıyla, %1 Simplese®100 (C), %0.5 Maltrin040 (D) ve %0.5 Simplese®100+%0.25 Maltrin 040 karışımı (E) ilave edilmiştir. Yağ içeriği %0,5'e standardize edilmiş sütler de dört gruba ayrılmış ve ilk gruba (F: kontrol 2) yağ ikamesi ilave edilmemiştir. Geriye kalan üç gruba da yine sırasıyla, %1 Simplese®100 (G), %0.5 Maltrin 040 (H) ve %0.5 Simplese®100+%0.25 Maltrin 040 karışımı (I) ilave edilmiştir (Çizelge 3.1). Tüm sütler 90°C'ta 5 dakika pastörize edilmiştir. Pastörize edilen sütler 45±1°C'a soğutulmuş ve %2 oranında yoğurt kültürü inoküle edilerek, 42°C'de pH 4.7'e kadar inkübasyona bırakılmıştır (Şekil 3.1). Inkübasyondan sonra örnekler soğutularak buzdolabı koşullarında (4±1°C) 21 gün süreyle depolanmıştır.

Yoğurt üretimi iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Üretimde kullanılan sütlerde ve üretilen yoğurtlarda depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde aşağıdaki analizler uygulanmıştır.

3.2.2. Fiziksel analizler

3.2.2.1. Serum ayrılması

Kessler ve Kammerlahner (1982) tarafından tanımlanan yöntemin Atamer ve Sezgin (1986) tarafından modifiye edilmiş şekli olan, 25 g yoğurt örneğinden buzdolabı sıcaklığında 3 saat sonra kaba filtre kağıdından geçerek ayrılan serumun volumetrik (ml) olarak ölçülmesi esas alınmıştır.



Şekil 3.1. Yoğurt üretimi akış şeması

3.2.2.2. Viskozite

Yoğurtların vizkozitesi T bar başlıklı Brookfield viskozimetresi kullanılarak ölçülmüştür (Özer ve ark., 1997).

3.2.3. Kimyasal analizler**3.2.3.1. pH tayini**

Sütlerde ve yoğurtlarda bileşik elektrotlu dijital pH-metre ile ölçülmüştür (TSE, 1989).

3.2.3.2. Titrasyon asitliği tayini

Sütlerde ve yoğurtlarda titrasyon yöntemi ile saptanmış ve sonuçlar % laktik asit olarak belirtilmiştir (TSE, 1989).

3.2.3.3. Kurumadde (KM) tayini

Sütlerde ve yoğurtlarda KM oranları, belirli miktarlardaki örneklerin 105±2 °C'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulması ile gravimetrik olarak belirlenmiştir (TSE, 1989).

3.2.3.4. Yağ

Sütlerde ve yoğurtlarda Gerber bütirometreleri, kullanılarak Gerber yöntemine göre saptanmıştır (TSE, 2002).

3.2.3.5. Toplam azot ve protein

Sütlerde ve yoğurtlarda, mikro kjeldahl yöntemi ile toplam azot belirlenmiş ve bulunan toplam azot miktarı 6.38 faktörü ile çarpılarak protein hesaplanmıştır (IDF, 1993).

3.2.3.6. Asetaldehit

Ott ve ark. (1999) 'na göre gaz kromatografisinde belirlenmiştir.

3.2.4. Mikrostrüktür

Sandoval-Castilla ve ark. (2004)'nın belirttiği şekilde hazırlanan yoğurtların mikrostrüktürü Scanning Elektron Mikroskobu (SEM) ile incelenmiştir. 0.3 g yoğurt %3'lük agar solüsyonu ile 45⁰C'de karıştırılmış ve daha sonra 20⁰C'ye soğutulmuştur. Jelleşen örnekler 1 mm'lik küpler şeklinde kesilmiş ve pH 7.2'de 0.1 M fosfat bufferda hazırlanan %2'lik glutaral aldehit ile fiske edilmiştir. 2 saat oda sıcaklığında bekletilmiş, takiben 24 saat 4⁰C'de tutulmuştur. Fiske edilmiş örnek fosfat bufferla yıkanmış ve son fiksasyon için fosfat bufferda hazırlanmış %1'lik osmium tetraoksit solüsyonu içinde doymamış yağları stabilize etmek için 2 saat tutulmuştur. Son fiksasyonu tamamlanmış örnek fosfat bufferda yıkanmış ve %30, 50, 70, 80 ve 90'lık etil alkol serisinde 1'er saat tutulmuştur. Daha sonra susuz etanolde 24 saat tutulmuş ve Kritik Nokta Kurutucu'da CO₂ içinde kurutulmuş, Al SEM standlerine yapıştırılmış, vakumla altın ile kaplanmış ve SEM'de görüntülenmiştir.

3.2.5. Duyusal analizler

10 kişilik panelist grubu oluşturularak, TS 1330'a göre yapılmıştır (TSE, 1989). Kullanılan duyusal analiz formu Şekil 3. 2'de verilmiştir.

3.2.6. İstatistiksel analizler

İstatistik analizler "Faktöriyel Deneme Deseni"ne (3x4x4x2) göre yapılmıştır. Kimyasal özellikler açısından, örnekler arasında farklılık olup olmadığını saptamak için varyans analizi yapılmış ve varyans analizinde önemli olanlar LSD testine tabi tutulmuştur. Duyusal analiz sonuçlarına non-parametrik testlerden "Kruskal Wallis" sıra puanları varyans analizi uygulanmıştır (Bek ve Efe, 1995).

Adı Soyadı:

Tarih:

ÖZELLİKLER		PUAN	ÖRNEK KODU								
AROMA			A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Kusursuz	10									
	Hafif ekşimsi veya tatlımsı, yetersiz aroma	8-9									
	Yüksek asitlik, düşük asitlik	6-7									
	Pişmiş tat	5									
	Yabancı tat, doğal olmayan aroma	3-4									
	Acı, ransid, okside ve temiz olmayan tat	1-2									
10 PUAN											
YAPI VE TEKSTÜR	Kusursuz (dolgun kıvamda, düzgün yapıda, homojen, kolay dağılmayan)	5									
	Sıkı-Jelatinimsi yapı, homojen, dolgun yapıda	4									
	Hafif kumlu-pütürlü, serumu hemen ayrılan	3									
	Çok akıcı, yumuşak (zayıf jel), homojen olmayan, pütürlü yapıda	1-2									
5 PUAN											
GÖRÜNÜM	Kusursuz, parlak süt renginde, serumu ayrılmamış	5									
	Süt renginde, serumu ayrılmamış	4									
	Serumu ayrılmış, çatlak ve gaz kabarcığı bulunmayan	3									
	Değişik renkte, topaklı, çatlak ve gaz kabarcığı bulunan	1-2									
5 PUAN											
TOPLAM PUAN											

Örnekleri beğendiğiniz sıraya göre numaralandırınız. 1..... 2 3

Şekil 3.2. Duyusal analiz formu

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Yoğurt üretiminde kullanılan sütlerin özellikleri ile üretilen yoğurtlarda saptanan fiziksel, kimyasal, mikrostrüktürel ve duyuşal özellikler bu bölümde verilmiş ve istatistiksel değerlendirmeleri yapılarak tartışılmıştır.

4.1. Yoğurtların Bileşimi

Denemede üretilen yoğurtların bileşimleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Deneme yoğurtlarının bileşimleri

	pH	Asitlik (%l. a.)	Kurumadde (%)	Yağ (%)	Protein (%)
A	4.49±0.01	1.20±0.01	15.24±0.02	3.0±0.00	4.58±0.00
B	4.50±0.05	1.19±0.03	13.15±0.13	1.5±0.00	4.57±0.02
C	4.56±0.02	1.12±0.01	13.73±0.21	1.5±0.00	4.61±0.01
D	4.48±0.00	1.14±0.00	13.38±0.23	1.5±0.00	4.56±0.02
E	4.50±0.00	1.14±0.00	13.55±0.02	1.5±0.00	4.58±0.00
F	4.56±0.01	1.18±0.00	12.12±0.02	0.5±0.00	4.57±0.02
G	4.59±0.01	1.10±0.01	12.67±0.02	0.5±0.00	4.60±0.01
H	4.58±0.00	1.10±0.00	12.31±0.11	0.5±0.00	4.57±0.01
I	4.53±0.01	1.13±0.01	12.47±0.09	0.5±0.00	4.58±0.02

* A: %3 yağlı kontrol, B: %1.5 yağlı kontrol, C: %1.5 yağlı Simplese®100 ilaveli, D: %1.5 yağlı Maltrin ilaveli, E: %1.5 yağlı Simplese®100 ve Maltrin ilaveli, F:%0.5 yağlı kontrol, G: %0.5 yağlı Simplese® 100 ilaveli H: %0.5 yağlı Maltrin ilaveli, I: %0.5 yağlı Simplese® 100 ve Maltrin ilaveli yoğurtlar

Çizelge 4.2. Yoğurtlarda depolama boyunca saptanan bazı fizikokimyasal değerler *

Özellik	Örnekler	Yağ (%)	Depolama Süresi**			
			1.gün	7.gün	14.gün	21.gün
pH	A	3.0	4.49±0.01 ^{abcde}	4.39±0.01 ^{bcdetg}	4.13±0.04 ^{jklm}	4.05±0.03 ^m
	B	1.5	4.50±0.05 ^{abcde}	4.43±0.02 ^{abcdef}	4.16±0.01 ^{jklm}	4.11±0.01 ^{lm}
	C	1.5	4.56±0.02 ^{abc}	4.37±0.00 ^{cdefgh}	4.19±0.06 ^{hijklm}	4.12±0.04 ^{klm}
	D	1.5	4.48±0.00 ^{abcdef}	4.39±0.00 ^{bcdetg}	4.22±0.01 ^{ghijklm}	4.14±0.01 ^{jklm}
	E	1.5	4.50±0.00 ^{abcde}	4.38±0.00 ^{cdefgh}	4.22±0.02 ^{ghijklm}	4.16±0.01 ^{jklm}
	F	0.5	4.56±0.01 ^{abc}	4.47±0.03 ^{abcdef}	4.40±0.24 ^{abcdefg}	4.17±0.02 ^{ijklm}
	G	0.5	4.59±0.01 ^a	4.48±0.00 ^{abcdef}	4.36±0.03 ^{defghi}	4.29±0.01 ^{fghijkl}
	H	0.5	4.58±0.00 ^{ab}	4.48±0.00 ^{abcdef}	4.32±0.02 ^{efghij}	4.23±0.03 ^{fghijklm}
	I	0.5	4.53±0.01 ^{abcd}	4.39±0.01 ^{bcdetg}	4.31±0.04 ^{efghijk}	4.21±0.02 ^{ghijklm}
Titrasyon asitliği	A	3.0	1.20±0.01 ^t	1.45±0.00 ^l	1.54±0.01 ^f	1.70±0.00 ^a
	B	1.5	1.19±0.03 ^u	1.44±0.04 ^m	1.52±0.04 ^h	1.68±0.01 ^b
	C	1.5	1.12±0.01 ^y	1.35±0.00 ^f	1.44±0.00 ^m	1.60±0.00 ^c
	D	1.5	1.14±0.00 ^w	1.37±0.00 ^p	1.45±0.00 ^l	1.58±0.00 ^c
	E	1.5	1.14±0.00 ^w	1.36±0.00 ^q	1.47±0.01 ^j	1.58±0.00 ^c
	F	0.5	1.18±0.00 ^v	1.46±0.02 ^k	1.53±0.01 ^g	1.68±0.01 ^b
	G	0.5	1.10±0.01 ^z	1.31±0.01 ^s	1.41±0.01 ^o	1.51±0.01 ⁱ
	H	0.5	1.10±0.00 ^z	1.36±0.01 ^q	1.42±0.01 ⁿ	1.52±0.00 ^h
	I	0.5	1.13±0.01 ^x	1.36±0.00 ^q	1.47±0.00 ^j	1.59±0.00 ^d
Serum ayrılması (ml/25 g)	A	3.0	6.75±0.07 ^{cdef}	6.00±0.14 ^{ijk}	5.40±0.00 ^{no}	4.20±0.14 ^{rs}
	B	1.5	7.05±0.07 ^{bc}	6.60±0.14 ^{fgh}	5.95±0.07 ^{kl}	4.90±0.14 ^{pq}
	C	1.5	6.85±0.07 ^{cdef}	5.80±0.14 ^{lm}	4.85±0.07 ^{pq}	3.90±0.14 ^s
	D	1.5	6.60±0.14 ^{fgh}	5.10±0.14 ^{op}	4.40±0.14 ^r	3.50±0.00 ^t
	E	1.5	6.95±0.07 ^{bcde}	6.05±0.07 ^{ijkl}	5.10±0.14 ^{op}	4.05±0.07 ^s
	F	0.5	7.45±0.07 ^a	6.70±0.14 ^{def}	6.35±0.21 ^{ghi}	5.60±0.14 ^{mn}
	G	0.5	7.00±0.00 ^{bcd}	6.30±0.14 ^{hij}	5.55±0.07 ^{mn}	4.75±0.07 ^q
	H	0.5	6.65±0.07 ^{efg}	5.60±0.14 ^{mn}	5.15±0.21 ^{op}	4.40±0.14 ^r
	I	0.5	7.25±0.07 ^{ab}	6.55±0.07 ^{fgh}	6.15±0.07 ^{ijk}	5.05±0.07 ^{pq}
Vizkozite (cP)	A	3.0	2598±36.8 ^{op}	3708±107.5 ^{kl}	4080±79.2 ^{ghij}	5063±55.2 ^{cd}
	B	1.5	1858±59.4 st	2576±152.7 ^{opq}	3802±251.7 ^{jkl}	4356±164.0 ^{fg}
	C	1.5	2788±33.9 ^{no}	3883±60.1 ^{ijkl}	4279±85.6 ^{fgh}	5474±17.0 ^b
	D	1.5	2884±144.2 ^{no}	3974±53.7 ^{hijk}	4785±190.9 ^{de}	5868±73.5 ^a
	E	1.5	2734±73.5 ^{no}	3646±132.9 ^l	4132±96.2 ^{ghi}	5238±101.8 ^{bc}
	F	0.5	1572±96.2 ^t	2614±53.7 ^{op}	2992±124.5 ^{mn}	3681±227.7 ^{kl}
	G	0.5	1995±43.8 ^{rs}	2817±9.9 ^{no}	3700±84.9 ^{kl}	4490±183.8 ^{ef}
	H	0.5	2355±185.3 ^{pq}	3273±211.4 ^m	3866±206.5 ^{ijkl}	4936±56.6 ^{cd}
	I	0.5	1868±147.1 st	2264±22.6 ^{qr}	3012±17.0 ^{mn}	4252±186.7 ^{fgh}
Asetaldehit (mg/kg)	A	3.0	18.5±0.28 ^{ab}	19.0±0.28 ^a	17.5±0.42 ^{bcd}	10.2±0.42 ^e
	B	1.5	18.5±0.3 ^{ab}	18.9±0.3 ^a	17.4±0.3 ^{cd}	10.0±0.0 ^e
	C	1.5	18.7±0.1 ^a	19.2±0.3 ^a	17.4±0.6 ^{cd}	10.2±0.3 ^e
	D	1.5	18.5±0.28 ^{ab}	19.1±0.14 ^a	17.4±0.14 ^{cd}	10.1±0.28 ^e
	E	1.5	18.6±0.14 ^a	19.0±0.14 ^a	17.2±0.28 ^d	10.0±0.28 ^e
	F	0.5	18.4±0.1 ^{abc}	18.9±0.4 ^a	17.2±0.1 ^d	9.9±0.3 ^e
	G	0.5	18.7±0.1 ^a	19.1±0.0 ^a	17.4±0.3 ^{cd}	10.0±0.1 ^e
	H	0.5	18.5±0.3 ^{ab}	19.0±0.1 ^a	17.3±0.1 ^d	9.9±0.4 ^e
	I	0.5	18.5±0.3 ^{ab}	19.0±0.1 ^a	17.2±0.1 ^d	10.0±0.1 ^e

* A: %3 yağlı kontrol, B: %1.5 yağlı kontrol, C: %1.5 yağlı Simplese® 100 ilaveli, D: %1.5 yağlı Maltrin ilaveli, E: %1.5 yağlı Simplese®100 ve Maltrin ilaveli, F:%0.5 yağlı kontrol, G: %0.5 yağlı Simplese® 100 ilaveli H: %0.5 yağlı Maltrin ilaveli, I: %0.5 yağlı Simplese® 100 ve Maltrin ilaveli yoğurtlar

** Aynı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

4.2. Yoğurtlarda Depolama Süresince Saptanan Özellikler

4.2.1. Fizikokimyasal özellikler

Yoğurtlarda depolama süresince saptanan fizikokimyasal özelliklere ait değerler Çizelge 4. 2’de verilmiştir.

4.2.1.1. pH

Deneme örneklerine ait pH değerlerinde depolama süresince görülen değişimler Şekil 4. 1.’de verilmiştir.

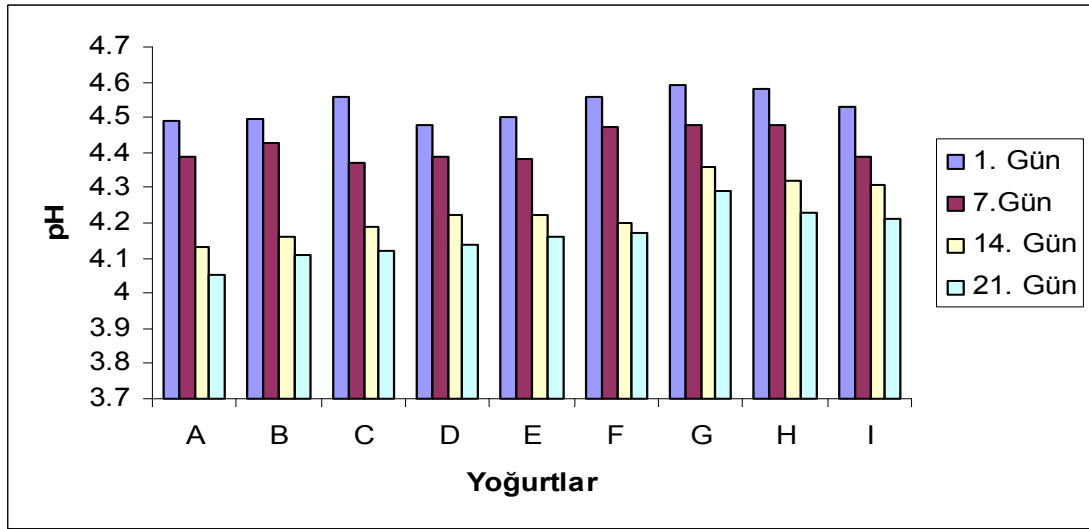
Yağ içeriğinin yoğurtların pH’sı üzerine etkisi çok az olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En düşük pH değerine yağsız kontrol örneği sahip olurken, örneklerin yağ içeriği azaldıkça pH değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Yağ içeriği azaltılmış yoğurtlarda pH değerinin daha yüksek olmasının nedeni, bu örneklerdeki protein konsantrasyonunun daha yüksek olmasına ve buna bağlı olarak tamponlayıcı etkisinin artmasına bağlanabilir.

Yağ ikame maddesi ilavesinin yoğurtların pH değerlerinde azalmaya neden olduğu saptanmış, fakat bu azalma istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). En yüksek pH değeri Simplese®100 ilave edilen yoğurtlarda belirlenmiş, bunu sırasıyla Simplese®100-Maltrin 040 ve Maltrin 040 ilave edilen yoğurtlar izlemiştir. Bu durumun Simplese®100 içeren yoğurtlardaki nispeten yüksek oranda olan protein içeriği ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Akalın ve ark. (2007), WPC (Peynir altı suyu protein konsantresi) ilave edilmiş yoğurtların pH değerlerinin kontrol örneğinden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Depolama süresi boyunca yoğurtların pH değerlerinde azalma olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Bu azalma yoğurt bakterilerinin faaliyeti sonucu asitliğin artmasından kaynaklanmaktadır (Lucey ve Singh, 1998). Depolama sonunda

örneklerin pH değerleri 4.02 ile 4.19 arasında değişmiştir. Akalın ve ark. (2007), fruktooligosakkarit ve WPC ilave edilen probiyotik yağsız yoğurtlarda, Şahan ve ark. (2008) da β -glukan ilave edilmiş yağsız yoğurtlarda depolama süresince pH değerlerinin azaldığını bildirmiştir.

Yağ içeriği, yağ ikame maddesi ilavesi ve depolama interaksiyonu örneklerin pH değerlerini etkilememiştir ($p>0.05$).



Şekil 4.1. Yoğurt örneklerinde depolama boyunca saptanan pH değerleri

*A: %3 yağlı kontrol, B: %1.5 yağlı kontrol, C: %1.5 yağlı Simplese®100 ilaveli, D: %1.5 yağlı Maltrin040 ilaveli, E: %1.5 yağlı Simplese®100 ve Maltrin 040 ilaveli, F: %0.5 yağlı kontrol, G: %0.5 yağlı Simplese®100 ilaveli H: %0.5 yağlı Maltrin 040 ilaveli, I: %0.5 yağlı Simplese®100 ve Maltrin040 ilaveli yoğurtlar

4.2.1.2. Titrasyon asitliği

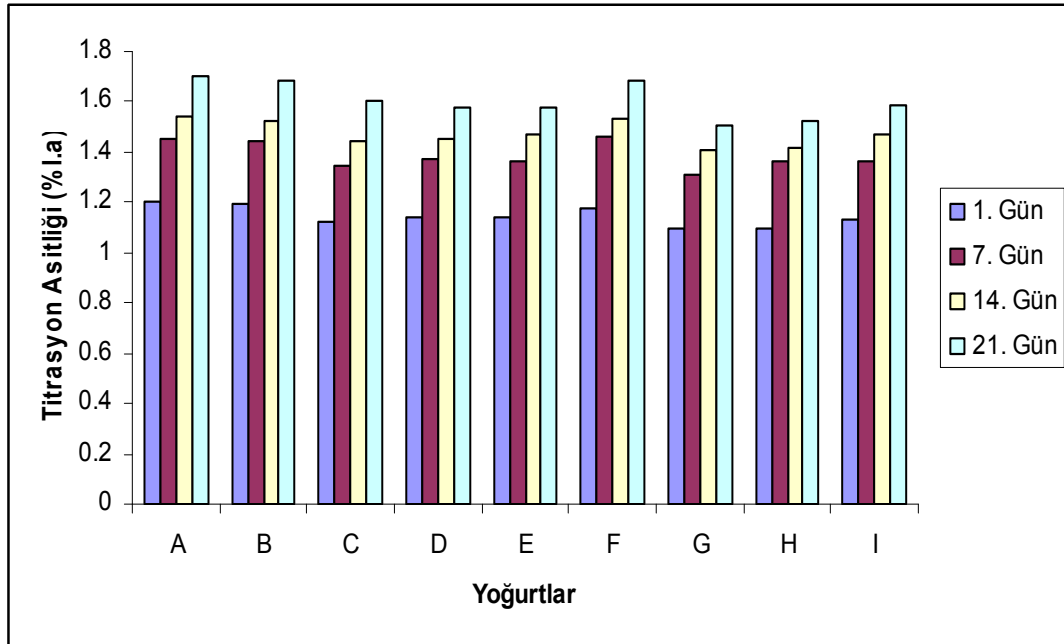
Depolama süresince yoğurtların asitlik değerlerinde görülen değişimler Şekil 4.2'de verilmiştir.

Yağ içeriği, yoğurtların titrasyon asitliğini önemli düzeyde etkilemiş ($p<0.01$) ve tam yağlı yoğurtların titrasyon asitliğinin, yağı azaltılmış yoğurtlardan biraz daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Yağ ikame maddesi ilavesinin yoğurtların titrasyon asitliğine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Barrantes ve ark. (1994a) yağ ikame maddesi ilavesinin, yoğurtların titrasyon asitliği üzerine etkisi olmadığını bildirmesine rağmen, araştırmamızda en düşük titrasyon asitliği değerleri Maltrin 040 ilave edilen yoğurtlarda saptanmıştır.

Beklendiği gibi tüm yoğurtların titrasyon asitliği, depolama süresince artış göstermiştir ($p<0.01$). Uysal ve ark. (2003), Akgün ve Yazıcı (2004), Güven ve ark. (2005), Akalın ve ark. (2007) ve Şahan ve ark. (2008) da depolama süresince yoğurtların titrasyon asitliklerinin arttığını bildirmektedir.

Örneklerin titrasyon asitlikleri üzerine yağ içeriği, yağ ikame maddesi ilavesi ve depolama interaksyonunun etkisi de önemli olmuştur ($p<0.01$).



Şekil 4.2. Yoğurt örneklerinde depolama boyunca saptanan asitlik değerleri

*A: %3 yağlı kontrol, B: %1.5 yağlı kontrol, C: %1.5 yağlı Simplese®100 ilaveli, D: %1.5 yağlı Maltrin040 ilaveli, E: %1.5 yağlı Simplese®100 ve Maltrin 040 ilaveli, F:%0.5 yağlı kontrol, G: %0.5 yağlı Simplese®100 ilaveli H: %0.5 yağlı Maltrin 040 ilaveli, I: %0.5 yağlı Simplese®100 ve Maltrin040 ilaveli yoğurtlar

4.2.1.3. Serum ayrılması

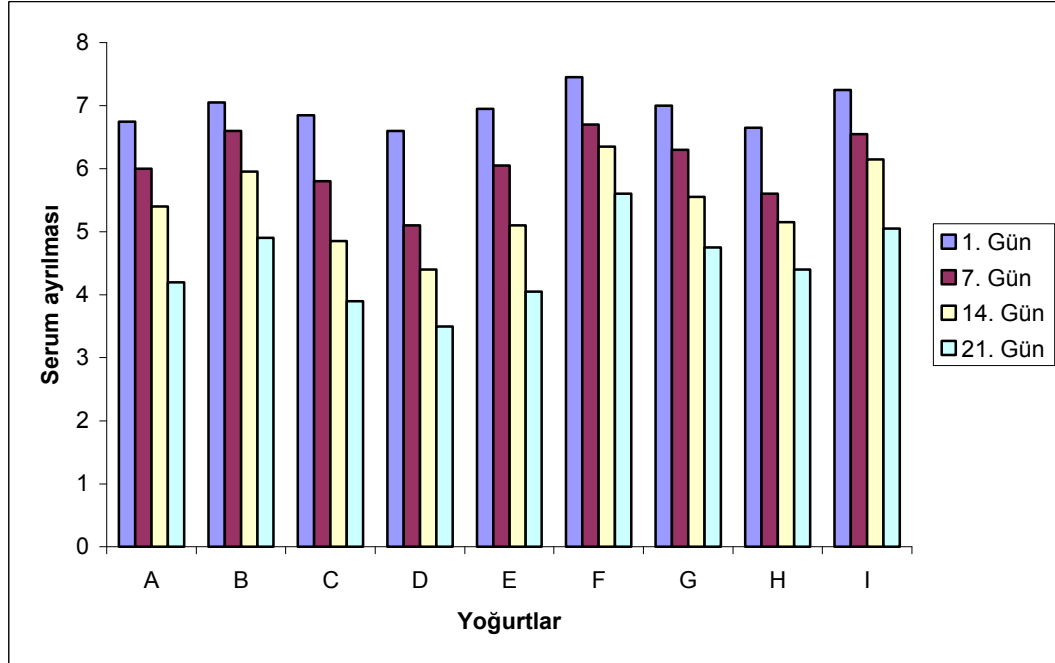
Yoğurt örneklerine ait serum ayrılması değerlerinin depolama süresince değişimini gösteren grafik Şekil 4.3.'te verilmiştir.

Yağ içeriğinin yoğurtların serum ayrılması üzerine istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek serum ayrılması değerine yağsız kontrol örneği sahip olurken, örneklerin yağ içeri azaldıkça serum ayrılmasının arttığı belirlenmiştir. Yağ oranı yüksek olan örneklerde serum ayrılması değerlerinin düşük olmasının, yağ içeriği yüksek sütlerden üretilen yoğurtlarda jelin yapısını oluşturan yağ globülleri ve protein matriksinin daha sıkı olmasından ve bu yapıda serumun daha fazla tutulmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bunun yanı sıra, yağı azaltılmış yoğurtlardaki düşük kurumaddenin de serum ayrılmasını arttırdığı tahmin edilmektedir.

Yağ ikame maddesi ilavesi yoğurtların serum ayrılmasını azaltmıştır ($p<0.01$). Yağ ikame maddeleri kullanımı sonucunda yoğurt pıhtısının oluşumu sırasında kazein misellerinin boyutu küçülmekte ve kazein zincir yapısı kısılmaktadır. Buna bağlı olarak yoğurtta serum ayrılması riski azalmakta ve reolojik özellikler iyileşmektedir (Barrantes ve ark., 1994b, Lobato-Calleros ve ark., 2004, Özer, 2006). En düşük serum ayrılması Maltrin 040 ilave edilen yoğurtlarda belirlenmiş, bunu sırasıyla Simplese®100 ve Simplese®100-Maltrin 040 ilave edilen yoğurtlar izlemiştir. Bu durumun, Maltrin 040'ın yoğurttaki serbest suyu bağlamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Depolama süresi boyunca yoğurtların serum ayrılması değerlerinde azalma olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Bu durum, protein matriksindeki azalan basıncın serum ayrılmasında azalmaya neden olmasına bağlanabilir (Akın, 1998; Güler-Akın, 2005). Güven ve ark. (2005), Şahan ve ark. (2008) yoğurtlarda depolama süresince serum ayrılmasının azaldığını bildirmişlerdir.

Yağ içeriği, yağ ikame maddesi ilavesi ve depolama interaksyonu da örneklerin serum ayrılması değerlerini önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$).



Şekil 4.3. Yoğurt örneklerinde depolama boyunca saptanan serum ayrılması değerleri

*A: %3 yağlı kontrol, B: %1.5 yağlı kontrol, C: %1.5 yağlı Simplese®100 ilaveli, D: %1.5 yağlı Maltrin040 ilaveli, E: %1.5 yağlı Simplese®100 ve Maltrin 040 ilaveli, F: %0.5 yağlı kontrol, G: %0.5 yağlı Simplese®100 ilaveli H: %0.5 yağlı Maltrin 040 ilaveli, I: %0.5 yağlı Simplese®100 ve Maltrin040 ilaveli yoğurtlar

4.2.1.4. Viskozite

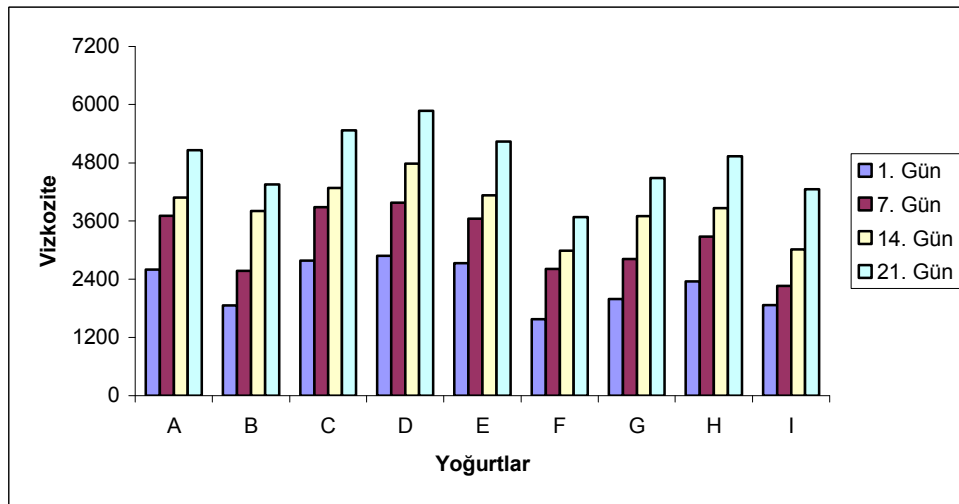
Yoğurt örneklerine ait depolama süresince saptanan viskozite değerlerinde görülen değişimler Şekil 4. 4'te verilmiştir.

Deneme yoğurtlarının yağ oranı ve viskozite değerleri arasında doğru orantılı bir korelasyon görülmüştür. Yani, örneklerin yağ içeriği arttıkça viskozite değerleri de artmaktadır ($p<0.01$). Yüksek yağ oranına sahip yoğurtlarda viskozitenin de yüksek olması, toplam kurumadde miktarının viskoziteyi pozitif etkilemesinin yanı sıra yağ-kazein etkileşiminin su tutma kapasitesi üzerindeki olumlu etkisi ile de ilgilidir.

Yağ ikame maddesi ilavesinin yoğurtların viskozitesine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek viskozite değeri Maltrin 040 ilave edilen yoğurtlarda belirlenmiş, bunu sırasıyla Simplese®100 ve Simplese®100-Maltrin 040 ilave edilen yoğurtlar izlemiştir. Bu durum, yağ ikame maddelerinin suyu bağlaması ve/veya daha küçük kazein misellerinden oluşan bir jel meydana getirmesiyle açıklanabilir (Sandoval-Castilla ve ark., 2004).

Tüm yoğurtların viskozitesi, depolama süresince artış göstermiştir ($p<0.01$). Akgün ve Yazıcı (2004), Güven ve ark. (2005) ve Şahan ve ark. (2008) da depolama süresince yoğurtların viskozitesinin arttığını bildirmektedir.

Örneklerin viskozitesi üzerine yağ içeriği, yağ ikame maddesi ilavesi ve depolama interaksiyonunun etkisi de önemli olmuştur ($p<0.01$).



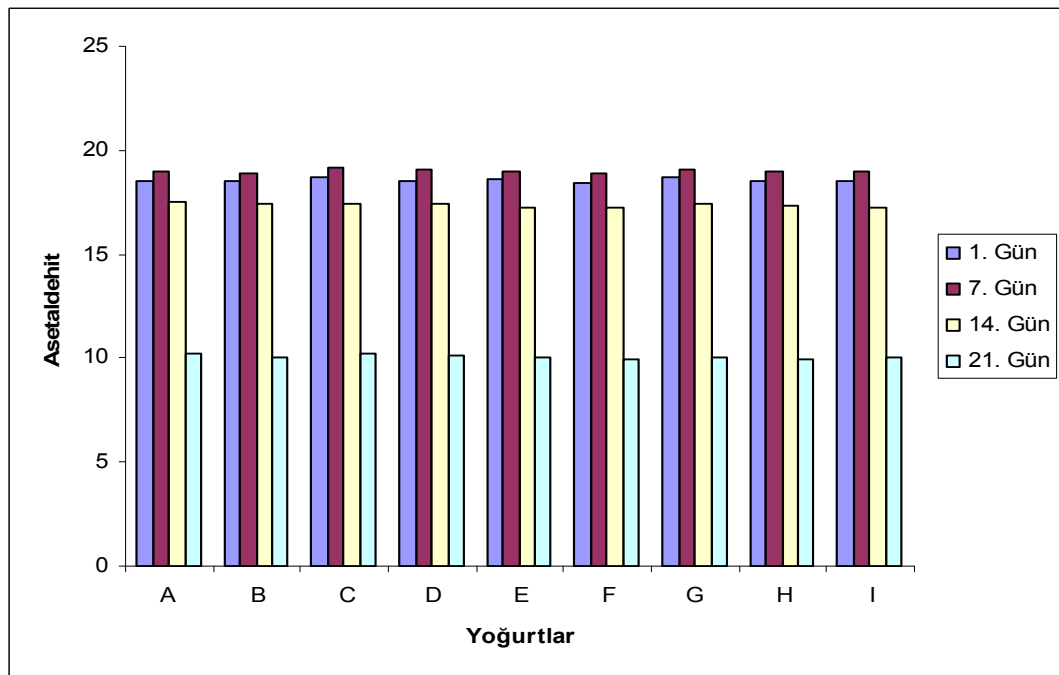
Şekil 4.4. Yoğurtlarda viskozitenin depolama boyunca değişimi

*A: %3 yağlı kontrol, B: %1.5 yağlı kontrol, C: %1.5 yağlı Simplese®100 ilaveli, D: %1.5 yağlı Maltrin040 ilaveli, E: %1.5 yağlı Simplese®100 ve Maltrin 040 ilaveli, F:%0.5 yağlı kontrol, G: %0.5 yağlı Simplese®100 ilaveli H: %0.5 yağlı Maltrin 040 ilaveli, I: %0.5 yağlı Simplese®100 ve Maltrin040 ilaveli yoğurtlar

4.2.1.5. Asetaldehit

Yoğurdun karakteristik tat/aroması, ağırlıklı olarak, *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* tarafından sentezlenen laktik asit başta olmak üzere pürivik, oksalik ve süksinik asit gibi uçucu olmayan asitler ve asetaldehit, aseton, diasetil gibi karbonil bileşenlerinden kaynaklanmaktadır (Tamime and Robinson, 1999, Özer, 2006). Asetaldehit, yoğurdun temel aroma bileşenidir ve optimum bir yoğurt aroması oluşumu için yoğurttaki asetaldehit konsantrasyonunun 23 ile 41 mg kg⁻¹ düzeyinde olması gerekir (Tamime ve Deeth, 1980).

Depolama süresince yoğurt örneklerinde saptanan asetaldehit düzeylerinde görülen değişim Şekil 4. 5'te verilmiştir.



Şekil 4. 5. Depolama boyunca yoğurtlardaki asetaldehit düzeyindeki değişimler

*A: %3 yağlı kontrol, B: %1.5 yağlı kontrol, C: %1.5 yağlı Simplese®100 ilaveli, D: %1.5 yağlı Maltrin040 ilaveli, E: %1.5 yağlı Simplese®100 ve Maltrin 040 ilaveli, F:%0.5 yağlı kontrol, G: %0.5 yağlı Simplese®100 ilaveli H: %0.5 yağlı Maltrin 040 ilaveli, I: %0.5 yağlı Simplese®100 ve Maltrin040 ilaveli yoğurtlar

Yağ içeriğinin yoğurtların asetaldehit içeriğine etkisi olmamıştır ($p>0.05$). Güven ve ark. (2005) ve Şahan ve ark. (2008) da yağı azaltılmış yoğurtlarda yağ içeriğinin yoğurtların asetaldehit düzeyini etkilemediğini belirlemiştir.

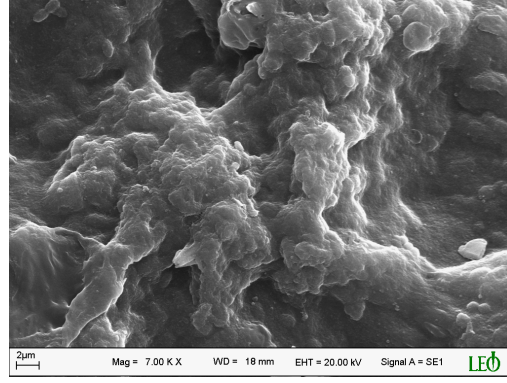
Yağ ikame maddesi ilavesinin yoğurtların asetaldehit düzeyine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). En yüksek asetaldehit düzeyine Simplese®100 ilave edilen örneklerin sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Maltrin 040 ve Simplese®100-Maltrin 040 ilave edilen örnekler arasında önemli bir fark olmadığı saptanmıştır.

Depolamanın 7. gününde örneklerin asetaldehit düzeylerinin biraz arttığı görülmüş, ancak 14. günden itibaren azaldığı belirlenmiştir ($p<0.01$). Bu azalma, asetaldehitin mikrobiyal enzimler tarafından etanol gibi ürünlere hidrolize edilmesinden kaynaklanabilir (Tamime ve Robinson, 1999, Akın, 2005). Güven ve ark. (2005) ve Şahan ve ark. (2008) yağı azaltılmış yoğurtlarda depolama süresince asetaldehit içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir.

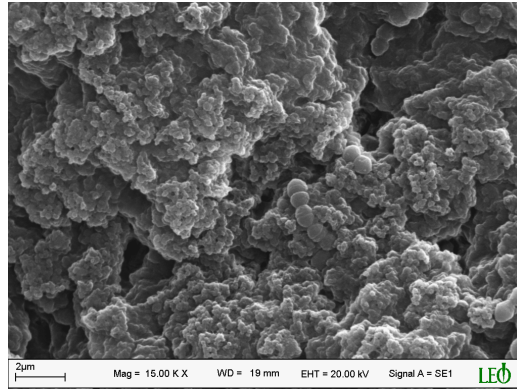
Yağ içeriği, yağ ikame maddesi ilavesi ve depolama interaksyonu da örneklerin asetaldehit içeriğini etkilememiştir ($p>0.05$).

4.2.2. Mikrostrüktür

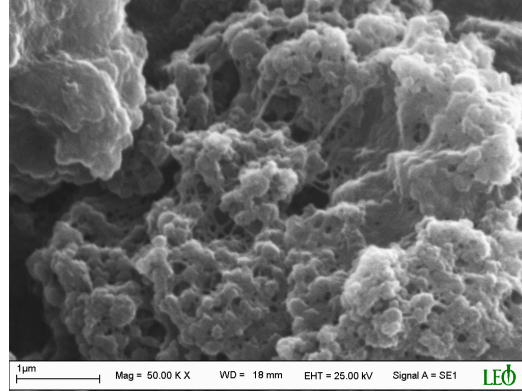
Yağ ikame maddesi ilave edilmeden üretilen yoğurt örneklerinin mikrostrüktürleri Şekil 4.6'da görülmektedir. Tam yağlı yoğurdun mikrostrüktürü, globuler yapısı fark edilen erimiş kazein misel agregatları ve zincirlerinden oluşan bir protein ağından ibarettir. Boşluklar arasında laktobasiller ve streptokoklar kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Protein ağ yapısı içerisinde yağ globüllerinin gömülü olduğu görülebilir. Yağı azaltılmış ve yağsız yoğurtlar, yağlı yoğurtlara göre daha az yoğun, daha açık ve daha çok boşluğa sahiptir. Proteinler arasında köprü oluşturan yağ globüllerinin daha az olmasına bağlı olarak daha küçük erimiş kazein misel agregatları mevcuttur.



(a)



(b)



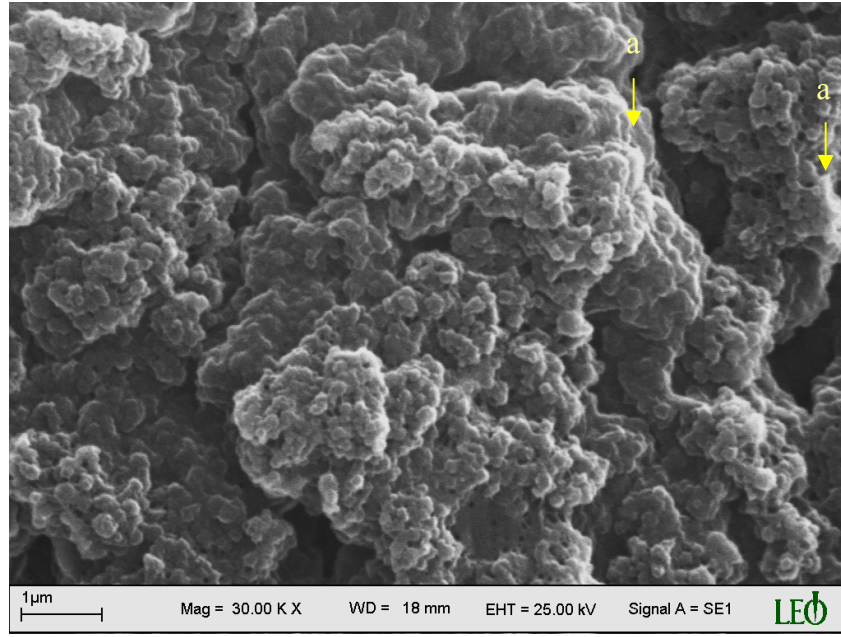
(c)

Şekil 4.6. Yağlı, yarım yağlı ve yağsız kontrol yoğurtlarının mikrostrüktürleri (a) %3 yağlı kontrol, (b) : %1.5 yağlı kontrol, (c): %0.5 yağlı kontrol

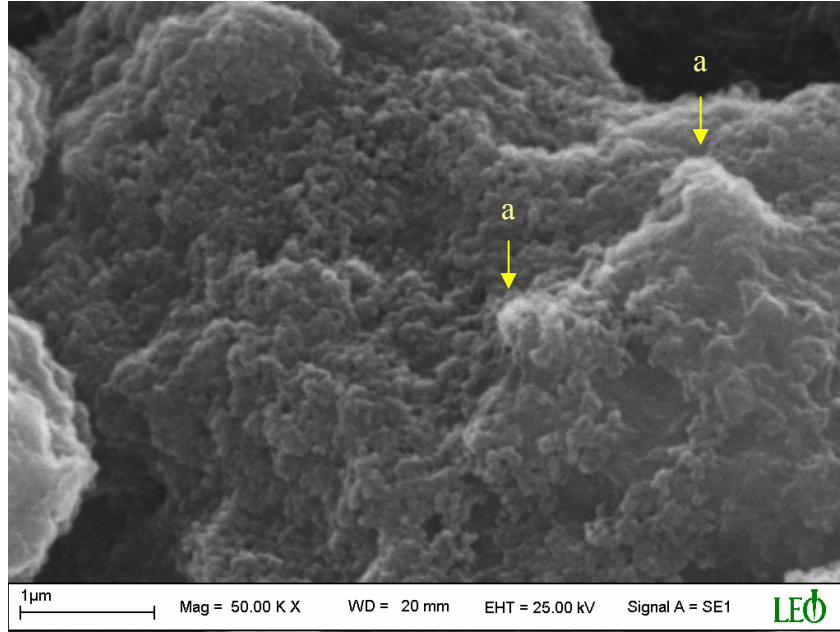
Yağı azaltılmış ve yağsız yoğurtlara ilave edilen yağ ikame maddeleri kendi kimyasal ve fonksiyonel özelliklerine bağlı olarak ağ yapısında değişikliklere neden olmuştur. Simplese®100 ilave edilerek üretilen yoğurtların (Şekil 4.7) Maltrin 040 ilave edilerek üretilen yoğurtlardan (Şekil 4.8) daha sıkı bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Simplese®100 ilavesinin yoğurtlarda daha kompakt bir yapı oluşturduğu görülmüştür. Duyusal analizlerde pürüzlü yapı nedeniyle Simplese®100 ilave edilerek üretilen yoğurtların toplam duyusal puanlarının, diğer yoğurtlara göre daha düşük olmasına sebep olduğunu göstermektedir.

Simplese®100 ilave edilen yoğurtlarda kazein misellerinin dağılımı, yağı azaltılmış ve yağsız kontrol örneklerine benzemektedir. Fakat protein matriksinde Simplese®100 yer almaktadır. Simplese®100 partikülleri yuvar şeklindeki yapısından dolayı sulu fazda serbestçe dağılamamaktadır (Tamime ve ark., 1995). Bu serum protein partikülleri, kümeleşen kazein misellerinde salkım halinde sınırlanmıştır (Şekil 4.7 a gösterilen açık renkli kısımlar). Yağsız yoğurtlara Simplese®100 ilavesi yapının çok yoğun bir hal almasına neden olmuş, Maltrin 040 ilave edilerek üretilen yoğurtlarda gözlenen proteinler arası geçiş bu örneklerde net olarak görülememiştir.

Maltrin 040 ilave edilen yağı azaltılmış ve yağsız yoğurtların nispeten açık, zayıf bir yapısı olduğu ve arasında büyük boşluklar bulunan kazein misel zincirlerinden oluştuğu görülmektedir (Şekil 4.8). Isıtılan nişasta granülleri suyu absorbe ederek şişer, amiloz moleküllerinin bir kısmı çözünür ve granüllerden ayrılır (Hood ve ark., 1974). Bu proses, granüller kırılana ve suyla birleşen amiloz ve amilopektin molekülleri görülene kadar devam eder (Badui, 1981, Sandoval-Castilla ve ark., 2004). Nişasta jellerinin bir kısmı protein ağında serbest halde bulunurken, çözünen moleküllerin bir kısmı da kazein misel ağıyla bütünleşerek açık yapının oluşmasına neden olmuş olabilir. Maltrin 040 ilave edilen yoğurtların protein bantları arasındaki geçişlerin yoğurdun ağızda daha pürüzsüz his verdiği düşünülmekte olup, duyusal analizlerde Maltrin 040 ilave edilerek üretilen yoğurtların en yüksek toplam puanlara sahip olmasında bu durumla paralellik göstermektedir.

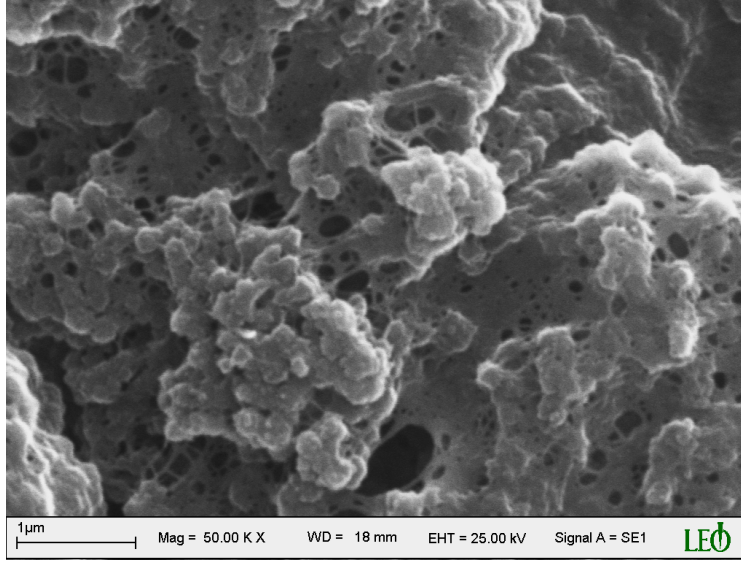


(a)

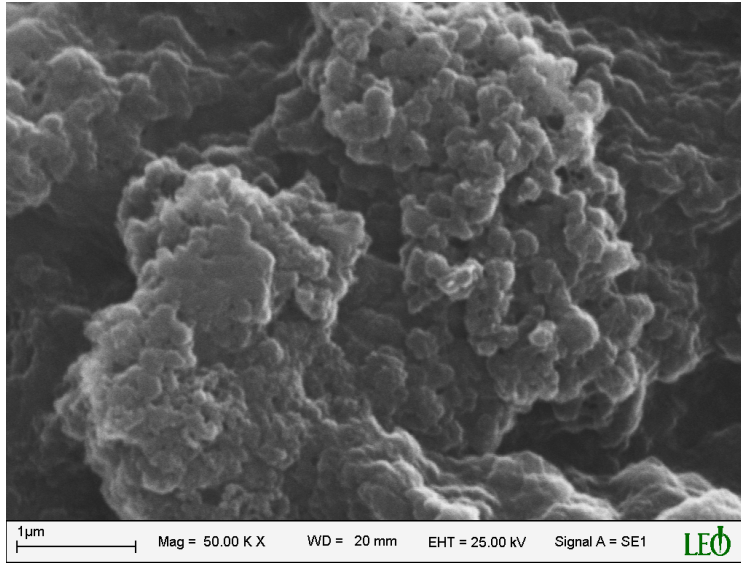


(b)

Şekil 4.7. Simplese®100 ilave edilerek üretilen yoğurtların mikrostrüktürleri (a): %1.5 yağlı Simplese®100 ilaveli, (b): %0.5 yağlı Simplese®100 ilaveli yoğurtlar (a: Açık renkli bölgeler Simplese®100 partiküllerini göstermektedir.)



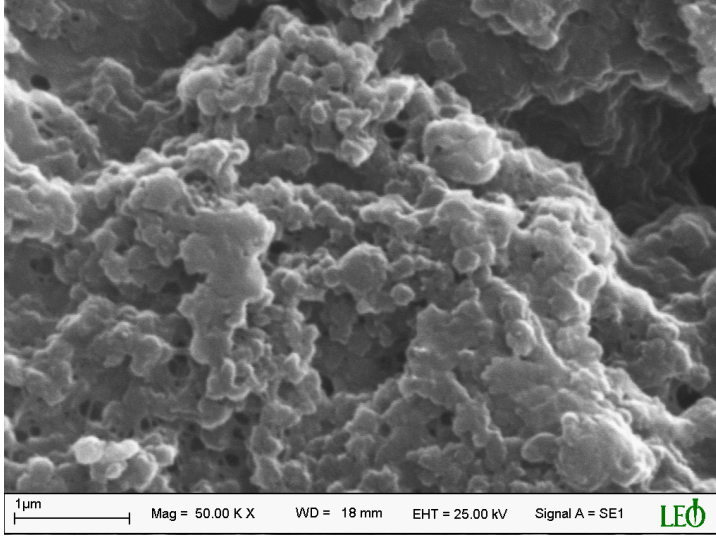
(a)



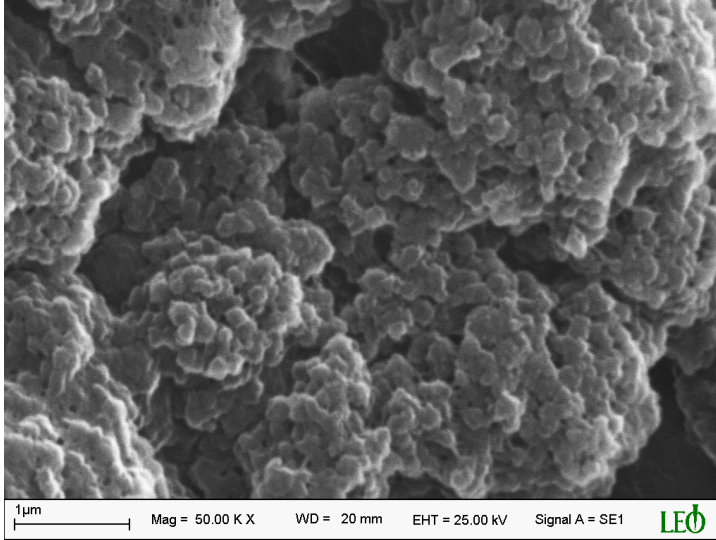
(b)

Şekil 4.8. Maltrin 040 ilave edilerek üretilen yoğurtların mikrostrüktürleri
(a): %1.5 yağlı Maltrin 040 ilaveli, (b): %0.5 yağlı Maltrin 040 ilaveli
yoğurtlar

Simplese®100 ve Maltrin 040 karışımı ilave edilerek üretilen yoğurtlarda protein ağ yapısındaki protein kompartımanları tek başına Simplese®100 katkılı yoğurda oranla daha belirgindir (Şekil 4. 9).



(a)



(b)

Şekil 4.9. Simplese®100 ve Maltrin040 ilave edilerek üretilen yoğurtların mikrostrüktürleri (a): %1.5 yağlı Simplese®100 ve Maltrin 040 ilaveli, (b): %0.5 yağlı Simplese®100 ve Maltrin 040 ilaveli yoğurtlar

Simplesse®100 ve Maltrin 040 karışımı ile üretilen yağı azaltılmış ve yağsız yoğurtlardaki kazein misel zincirlerinden oluşan ağ yapısına nişasta jelleri girerek protein-prtoein interaksiyonunun gelişmesini engellemekte ve protein ağ yapısı erimiş aggregatlardan yoksun kazein misellerinden oluşmaktadır (Sandoval-Castilla ve ark., 2004). Bu örneklerde de büyük nişasta molekülleri bulunmakta, fakat protein ağ yapısıyla birleştiği için görülmemektedir.

Genel olarak yağ ikame maddesi ilave edilerek üretilen yoğurtlarda protein bantları arasındaki ilişkinin daha sıkı olduğu gözlenmiştir. Bu durum örneklerde fiziksel ve duyuşsal kaliteyi olumlu yönde etkilemiştir.

4.2.3. Duyuşsal özellikler

Yoğurtlarda depolama boyunca saptanan duyuşsal özelliklere ait değerler Çizelge 4. 3'te verilmiştir.

4.2.3.1. Aroma

Farklı yağ ikame maddeleri ile farklı yağ oranına sahip sütlerden üretilen yoğurt örneklerinde yapılan duyuşsal analizler sonucu örneklerde saptanan aroma puanlarına ait değişimler Şekil 4.10'da verilmiştir

Yoğurtların yağ içeriği ile aroma puanları arasında doğru orantılı bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Yani, örneklerin yağ içeriği arttıkça aroma puanları da artmaktadır ($p<0.01$). Yazıcı ve Akgün (2004) ile Güven ve ark. (2005) tarafından da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Yağ ikame maddesi ilavesinin yoğurtların aroma puanlarına etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek aroma puanını Maltrin 040 ilave edilen yoğurtlar almış, bunu sırasıyla Simplesse ®100 ve Simplesse®100-Maltrin 040 ilave edilen yoğurtlar izlemiştir. Maltrin040 ilave edilen %1.5 yağlı yoğurtların

Çizelge 4.3. Depolama boyunca duyusal özelliklere ait puan değerleri*

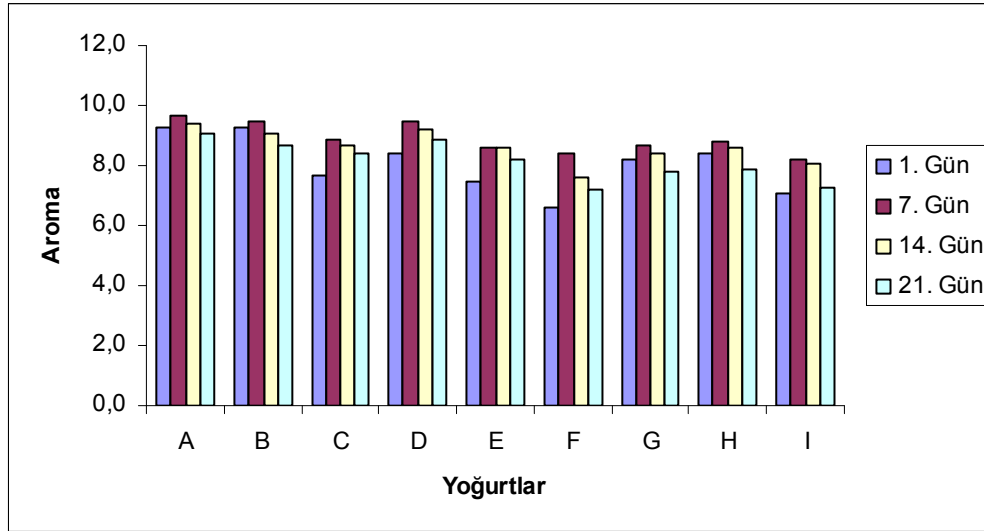
Özellik	Örnekler	Yağ (%)	Depolama Süresi**			
			1.gün	7.gün	14.gün	21.gün
Aroma	A	3.0	9.3±0.47 ^{abc}	9.7±0.00 ^a	9.4±0.21 ^{abc}	9.1±0.14 ^{abcd}
	B	1.5	9.3±0.40 ^{abc}	9.5±0.40 ^{ab}	9.1±0.20 ^{abcd}	8.7±0.00 ^{bcd}
	C	1.5	7.7±0.42 ^{hijk}	8.9±0.10 ^{abcde}	8.7±0.10 ^{abcde}	8.4±0.10 ^{defgh}
	D	1.5	8.4±0.00 ^{defgh}	9.5±0.19 ^{ab}	9.2±0.23 ^{abcd}	8.9±0.18 ^{abcde}
	E	1.5	7.5±0.18 ^{ijk}	8.6±0.33 ^{cdefg}	8.6±0.25 ^{cdefg}	8.2±0.28 ^{efghi}
	F	0.5	6.6±0.60 ⁱ	8.4±0.30 ^{defgh}	7.6±0.20 ^{hijk}	7.2±0.30 ^{kl}
	G	0.5	8.2±0.20 ^{efghi}	8.7±0.20 ^{bcd}	8.4±0.20 ^{defgh}	7.8±0.30 ^{ghijk}
	H	0.5	8.4±0.40 ^{defgh}	8.8±0.40 ^{bcd}	8.6±0.20 ^{cdefg}	7.9±0.20 ^{fghijk}
Yapı Tekstür	I	0.5	7.1±0.40 ^{kl}	8.2±0.30 ^{efghi}	8.1±0.10 ^{efghij}	7.3±0.40 ^{kl}
	A	3.0	4.8±0.24 ^a	4.3±0.00 ^{abcde}	4.6±0.25 ^{abc}	4.7±0.00 ^{ab}
	B	1.5	4.3±0.12 ^{abcde}	3.7±0.10 ^{ghijkl}	3.9±0.14 ^{efghij}	4.3±0.06 ^{abcde}
	C	1.5	4.5±0.07 ^{abcd}	3.9±0.12 ^{efghij}	3.8±0.00 ^{ghijk}	4.2±0.23 ^{bcd}
	D	1.5	4.7±0.21 ^{ab}	4.2±0.06 ^{bcd}	4.1±0.18 ^{defgh}	4.4±0.18 ^{abcde}
	E	1.5	4.1±0.11 ^{cdefgh}	3.8±0.24 ^{ghijk}	3.6±0.00 ^{hijklm}	3.4±0.12 ^{klm}
	F	0.5	4.0±0.26 ^{defghi}	3.3±0.47 ^{klm}	3.1±0.14 ^m	3.2±0.23 ^{lm}
	G	0.5	4.4±0.12 ^{abcde}	3.6±0.29 ^{hijklm}	3.4±0.21 ^{klm}	3.5±0.23 ^{ijklm}
Görünüm	H	0.5	4.5±0.00 ^{abcd}	4.1±0.14 ^{cdefgh}	3.9±0.14 ^{efghij}	3.6±0.11 ^{hijklm}
	I	0.5	4.1±0.14 ^{cdefgh}	3.4±0.05 ^{klm}	3.1±0.14 ^m	3.3±0.00 ^{klm}
	A	3.0	4.9±0.14 ^a	4.6±0.11 ^{abc}	4.5±0.29 ^{abcd}	4.7±0.00 ^{ab}
	B	1.5	4.6±0.10 ^{abc}	4.4±0.10 ^{abcde}	4.5±0.10 ^{abcd}	4.4±0.10 ^{abcde}
	C	1.5	4.3±0.50 ^{bcd}	4.2±0.20 ^{bcd}	4.4±0.00 ^{abcde}	4.3±0.50 ^{bcd}
	D	1.5	4.6±0.28 ^{abc}	4.3±0.47 ^{bcd}	4.6±0.18 ^{abc}	4.4±0.12 ^{abcde}
	E	1.5	4.7±0.21 ^{ab}	4.1±0.14 ^{cdefg}	3.9±0.14 ^{efg}	3.8±0.12 ^{fg}
	F	0.5	4.5±0.20 ^{abcd}	3.9±0.10 ^{efg}	3.9±0.20 ^{efg}	3.8±0.20 ^{fg}
Toplam	G	0.5	4.6±0.10 ^{abc}	4.0±0.00 ^{defg}	4.1±0.20 ^{cdefg}	3.9±0.10 ^{efg}
	H	0.5	4.7±0.00 ^{ab}	4.1±0.10 ^{cdefg}	4.4±0.00 ^{abcde}	4.2±0.20 ^{bcd}
	I	0.5	4.6±0.10 ^{abc}	3.9±0.10 ^{efg}	4.1±0.20 ^{cdefg}	3.7±0.10 ^g
	A	3.0	19.06±0.08 ^a	18.57±0.11 ^{abc}	18.38±0.75 ^{abcd}	18.42±0.14 ^{abcd}
	B	1.5	18.05±0.54 ^{abcde}	17.65±0.60 ^{bcd}	17.50±0.39 ^{bcd}	17.37±0.18 ^{cdefgh}
	C	1.5	16.50±0.59 ^{fghijklm}	16.98±0.49 ^{efghij}	16.90±0.11 ^{efghijk}	16.93±0.82 ^{efghijk}
	D	1.5	17.70±0.92 ^{bcd}	18.10±0.72 ^{abcde}	18.72±0.59 ^{ab}	17.72±0.47 ^{bcd}
	E	1.5	16.29±0.51 ^{ghijklmn}	16.50±0.71 ^{fghijklm}	16.08±0.39 ^{hijklmn}	15.36±0.52 ^{mnpq}
Toplam	F	0.5	15.06±1.05 ^{nopq}	15.63±0.28 ^{klmnop}	14.55±0.28 ^{opq}	14.23±0.29 ^q
	G	0.5	17.17±0.42 ^{defghi}	16.30±0.50 ^{ghijklmn}	15.93±0.64 ^{ijklmn}	15.21±0.64 ^{mnpq}
	H	0.5	17.57±0.35 ^{bcd}	17.00±0.64 ^{efghij}	16.88±0.39 ^{efghijk}	15.62±0.52 ^{lmnop}
	I	0.5	15.75±0.57 ^{klmno}	15.48±0.45 ^{mnpq}	15.33±0.46 ^{mnpq}	14.38±0.54 ^{pq}

* A: %3 yağlı kontrol, B: %1.5 yağlı kontrol, C: %1.5 yağlı Simplese®100 ilaveli, D: %1.5 yağlı Maltrin040 ilaveli, E: %1.5 yağlı Simplese®100 ve Maltrin 040 ilaveli, F:%0.5 yağlı kontrol, G: %0.5 yağlı Simplese®100 ilaveli H: %0.5 yağlı Maltrin 040 ilaveli, I: %0.5 yağlı Simplese®100 ve Maltrin040 ilaveli yoğurtlar

** Aynı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

(D) aroma puanlarının tam yağlı kontrol yoğurduna yakın olduğu görülmektedir. 182 panelistin katıldığı bir duyusal değerlendirilmede de yağ ikame maddeleri katılarak üretilen yoğurtların duyusal açıdan tam yağlı yoğurtlara benzerlik gösterdiği saptanmıştır (Barrantes ve ark., 1993). Bir başka çalışmada da Simplese ®100 kullanılarak üretilen yoğurtların katkısız yoğurtlara göre daha çok beğenildiği belirlenmiştir (Uysal ve ark., 2003). Yazıcı ve Akgün (2004) de, yağ ikame maddesi ilavesinin yoğurtların aroma puanlarını olumlu yönde etkilediğini,

ancak yüksek konsantrasyonda yağ ikame maddesi ilavesinin aroma puanlarını olumsuz yönde etkilediğini bildirmiştir.



Şekil 4.10. Yoğurt örneklerinin aroma puanlarının depolama süresince değişimi

* A: %3 yağlı kontrol, B: %1.5 yağlı kontrol, C: %1.5 yağlı Simplese®100 ilaveli, D: %1.5 yağlı Maltrin040 ilaveli, E: %1.5 yağlı Simplese®100 ve Maltrin 040 ilaveli, F: %0.5 yağlı kontrol, G: %0.5 yağlı Simplese®100 ilaveli H: %0.5 yağlı Maltrin 040 ilaveli, I: %0.5 yağlı Simplese®100 ve Maltrin040 ilaveli yoğurtlar

Depolama süresi örneklerin aroma puanlarını önemli düzeyde etkilemiştir ($p < 0.01$). Depolamanın 7. gününde tüm yoğurtların aroma puanları artmıştır. Bu durumun örneklerdeki asetaldehit miktarı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Yoğurtların asetaldehit düzeyi depolamanın 7. gününde en yüksek değere ulaşmıştır. Depolamanın 14. gününden itibaren yoğurtların aroma puanları düşmüştür. Depolama sonunda asetaldehit düzeyinin en düşük seviyede olması ve örneklerin artan asitliğinin aroma puanlarını olumsuz etkilediği düşünülmektedir. Akgün ve Yazıcı (2004), Güven ve ark. (2005) ve Şahan ve ark. (2008) da depolama süresince yoğurtların aroma puanlarının düştüğünü bildirmişlerdir.

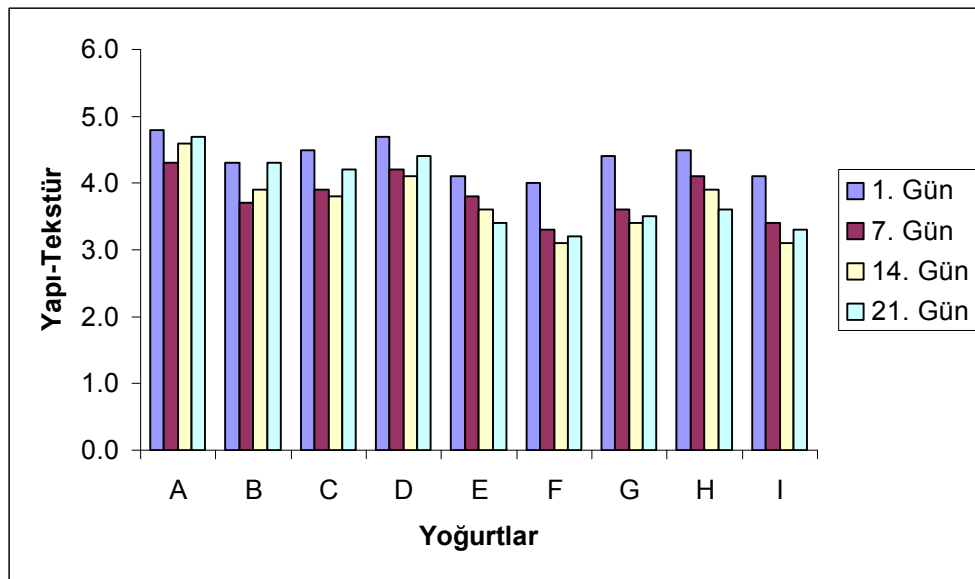
Örneklerin aroma puanlarını üzerine yağ içeriği, yağ ikame maddesi ilavesi ve depolama interaksiyonunun etkisi de önemli olmuştur ($p < 0.05$).

4.2.3.2. Yapı-tekstür

Yoğurt örneklerine ait yapı-tekstür puanlarında görülen değişimler Şekil 4.11’de verilmiştir.

Yağ içeriğinin, yoğurtlarının yapı-tekstür puanlarına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek yapı-tekstür puanlarını tam yağlı yoğurt, en düşük puanları ise yağsız yoğurt örnekleri almıştır.

Yağ ikame maddesi ilavesi de yoğurtların yapı-tekstür puanlarını önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$). En yüksek yapı-tekstür puanını Maltrin 040 ilave edilen yoğurtlar almıştır. Bu sonuç, Maltrin 040 ilave edilen yoğurtların serum ayrılmasının az ve viskozitesinin yüksek olmasına bağlanabilir. Yazıcı ve Akgün (2004) ile Güven ve ark. (2005) tarafından da benzer sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 4.11. Yoğurt örneklerinde tekstür puanlarının depolama süresince değişimi

* A: %3 yağlı kontrol, B: %1.5 yağlı kontrol, C: %1.5 yağlı Simplese 100 ilaveli, D: %1.5 yağlı Maltrin ilaveli, E: %1.5 yağlı Simplese 100 ve Maltrin ilaveli, F: %0.5 yağlı kontrol, G: %0.5 yağlı Simplese 100 ilaveli H: %0.5 yağlı Maltrin ilaveli, I: %0.5 yağlı Simplese 100 ve Maltrin ilaveli yoğurtlar

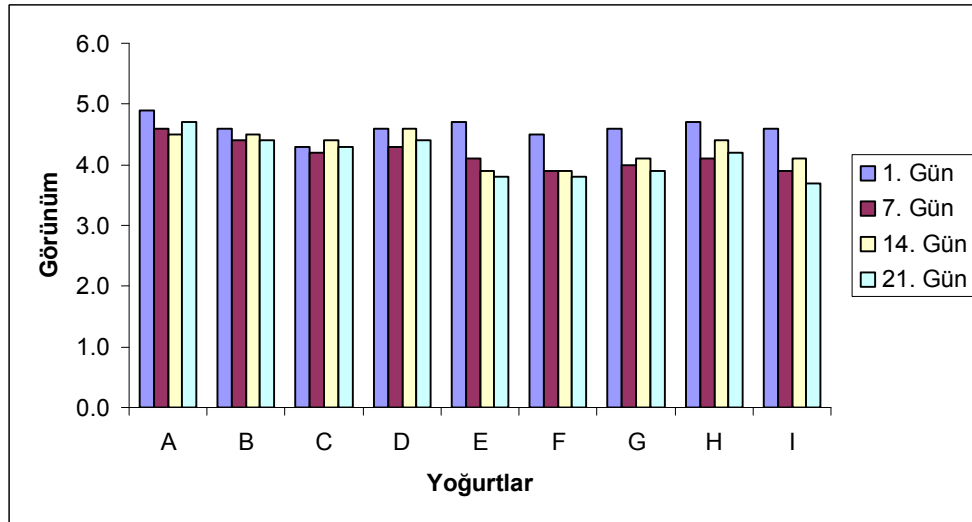
Depolama süresince örneklerin yapı-tekstür puanları düzenli olmayan değişimler göstermiş, ancak depolama sonunda tüm örneklerin yapı-tekstür puanlarının depolamanın başlangıcına göre düştüğü saptanmıştır ($p<0.01$) Yazıcı ve

Akgün (2004), Güven ve ark. (2005) ve Şahan ve ark. (2005) da depolama sonunda örneklerin yapı-tekstür puanlarının düştüğünü bildirmiştir.

Örneklerin yapı-tekstür puanları üzerine yağ içeriği, yağ ikame maddesi ilavesi ve depolama interaksyonunun etkisi de önemsiz olmuştur ($p>0.05$).

4.2.3.3. Görünüm

Yoğurt örneklerinde depolama süresince saptanan görünüm puanları Şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.12. Yoğurtlarda depolama süresince görünüm puanlarındaki değişim

*A: %3 yağlı kontrol, B: %1.5 yağlı kontrol, C: %1.5 yağlı Simplese®100 ilaveli, D: %1.5 yağlı Maltrin040 ilaveli, E: %1.5 yağlı Simplese®100 ve Maltrin 040 ilaveli, F:%0.5 yağlı kontrol, G: %0.5 yağlı Simplese®100 ilaveli H: %0.5 yağlı Maltrin 040 ilaveli, I: %0.5 yağlı Simplese®100 ve Maltrin040 ilaveli yoğurtlar

Yağ içeriği, yoğurtların görünüm puanlarını önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$). En yüksek görünüm puanını tam yağlı yoğurt, en düşük puanları ise yağsız yoğurt örnekleri almıştır. Sonuçlarımız, Yazıcı ve Akgün (2004) ile Güven ve ark.(2005)’nın bulgularıyla uyum içindedir.

Yağ ikame maddesi ilavesinin yoğurtların görünüm puanlarına etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, özellikle yağsız yoğurtlarda (%0.5 yağlı), yağ ikame maddesi ilave edilen örneklerin görünüm puanlarının yağsız kontrol örneğinden çok az yüksek olduğu görülmüştür. Yazıcı ve Akgün (2004) de, panelistlerin yağ ikame maddesi ilave edilen yoğurtlarla kontrol yoğurtları arasında fark tespit etmediklerini bildirmiştir. Güven ve ark. (2005) ise kontrol örneklerinin yağ ikame maddesi (inülin) ilave edilen örneklerden daha yüksek görünüm puanı aldığını bildirmiştir.

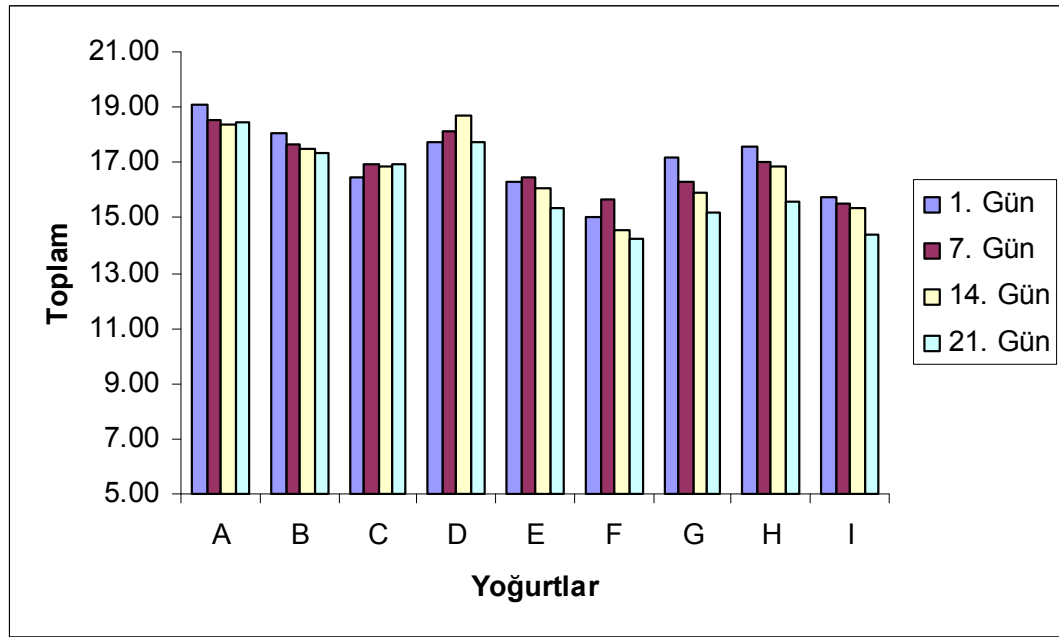
Depolama süresinin, yoğurtların görünüm puanları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur ($p<0.01$). Depolama süresince örneklerin görünüm puanları düzenli olmayan değişimler göstermiş, ancak depolama sonunda tüm örneklerin görünüm puanlarının depolamanın başlangıcına göre düştüğü saptanmıştır. Bu sonuç, Yazıcı ve Akgün (2004), Güven ve ark. (2005) ve Şahan ve ark.'nın (2008) bulgularıyla uyum içindedir.

Örneklerin görünüm puanları üzerine yağ içeriği, yağ ikame maddesi ilavesi ve depolama interaksyonunun etkisi önemsiz olmuştur ($p>0.05$).

4.2.3.4. Toplam puan

Yoğurtlarda depolama süresince toplam duyuşsal puanlarda saptanan değişim Şekil 4.13.'de gösterilmiştir.

Yağ içeriğinin, yoğurtların toplam duyuşsal puanlarına etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Yoğurtlarının yağ içeriği ile toplam duyuşsal puanları arasında doğru orantılı bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Yani, örneklerin yağ içeriği arttıkça toplam duyuşsal puanları da artmaktadır. Doğal olarak en yüksek toplam duyuşsal puanları tam yağlı yoğurt, en düşük puanları ise yağsız yoğurt örnekleri almıştır.



Şekil 4.13. Yoğurtlarda Depolama süresince toplam duyusal puanlardaki değişimler

* A: %3 yağlı kontrol, B: %1.5 yağlı kontrol, C: %1.5 yağlı Simplese 100 ilaveli, D: %1.5 yağlı Maltrin ilaveli, E: %1.5 yağlı Simplese 100 ve Maltrin ilaveli, F: %0.5 yağlı kontrol, G: %0.5 yağlı Simplese 100 ilaveli H: %0.5 yağlı Maltrin ilaveli, I: %0.5 yağlı Simplese 100 ve Maltrin ilaveli yoğurtlar

Yağ ikame maddesi ilavesi yoğurtların toplam duyusal puanlarını önemli düzeyde etkilemiştir. En yüksek toplam duyusal puanı Maltrin 040 ilave edilen yoğurtlar almış, bunu sırasıyla Simplese ®100 ve Simplese®100-Maltrin 040 ilave edilen yoğurtlar izlemiştir. Panelistlerin tam yağlı kontrol örneğinden sonra Maltrin 040 ilave edilen yoğurtları tercih ettiği ve bu yoğurtların tam yağlı kontrol örneğine yakın puanlar aldığı saptanmıştır.

Depolama süresinin, yoğurtların toplam duyusal puanları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur ($p < 0.01$). Depolama süresince örneklerin toplam duyusal puanları düzenli olmayan değişimler göstermiş, ancak depolama sonunda tüm örneklerin toplam duyusal puanlarının depolamanın başlangıcına göre düştüğü saptanmıştır.

Örneklerin toplam duyusal puanları üzerine yağ içeriği, yağ ikame maddesi ilavesi ve depolama interaksiyonunun etkisi önemsiz olmuştur ($p > 0.05$).

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, yağsız rekonstitüe sültere farklı yağ ikame maddeleri ilavesinin yoğurtların fiziksel, kimyasal, mikrostrüktürel ve duyusal özellikleri üzerine etkisi araştırılmış olup, istatistiksel değerlendirmeleri yapılmıştır. Bu amaçla yağ içeriği % 1.5 ve %0.5'e standardize edilmiş sültere Simplese ®100, Maltrin 040 ve Simplese®100-Maltrin 040 karışımı ilave edilerek yoğurtlar üretilmiştir. Kontrol olarak da yağlı (%3 yağ), yağı azaltılmış (%1.5 yağ) ve yağsız (%0.5 yağ) yoğurtlar üretilmiştir. İki tekerrürlü olarak yürütölen bu çalışmada, depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde yoğurtların fizikokimyasal, mikrostrüktürel ve duyusal analizleri yapılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

Yağ içeriğinin yoğurtların pH'sı üzerine etkisi çok az olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En düşük pH değerine yağsız kontrol örneği sahip olurken, örneklerin yağ içeri azaldıkça pH değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Yağ ikame maddesi ilavesinin yoğurtların pH değerlerinde azalmaya neden olduğu saptanmış, fakat bu azalma istatistiksel olarak önemsiz olmuştur ($p>0.05$). En yüksek pH değeri Simplese ®100 ilave edilen yoğurtlarda belirlenmiş, bunu sırasıyla Simplese®100-Maltrin 040 ve Maltrin 040 ilave edilen yoğurtlar izlemiştir. Depolama süresi boyunca yoğurtların pH değerlerinde azalma olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$).

Yağ içeriği, yoğurtların titrasyon asitliğini önemli düzeyde etkilemiş ($p<0.01$) ve tam yağlı yoğurtların titrasyon asitliğinin, yağı azaltılmış yoğurtlardan biraz daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yağ ikame maddesi ilavesinin yoğurtların titrasyon asitliğine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Tüm yoğurtların titrasyon asitliği, depolama süresince artış göstermiştir ($p<0.01$).

Yağ içeriğinin yoğurtların serum ayrılması üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek serum ayrılması değerine yağsız kontrol örneği sahip olurken, örneklerin yağ içeri azaldıkça serum ayrılmasının arttığı belirlenmiştir. Yağ ikame maddesi ilavesi yoğurtların serum ayrılmasını azaltmıştır ($p<0.01$). En düşük serum ayrılması Maltrin 040 ilave edilen yoğurtlarda belirlenmiş, bunu sırasıyla Simplese®100 ve Simplese®100-Maltrin 040 ilave edilen yoğurtlar izlemiştir. Depolama süresi boyunca yoğurtların serum ayrılması değerlerinde azalma olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$).

Yoğurtların yağ oranı ve viskozite değerleri arasında doğru orantılı bir korelasyon görülmüştür. Yani, örneklerin yağ içeriği arttıkça viskozite değerleri de artmaktadır ($p<0.01$). Yağ ikame maddesi ilavesinin yoğurtların viskozitesine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek viskozite değeri Maltrin 040 ilave edilen yoğurtlarda belirlenmiş, bunu sırasıyla Simplese®100 ve Simplese®100-Maltrin 040 ilave edilen yoğurtlar izlemiştir. Tüm yoğurtların viskozitesi, depolama süresince artış göstermiştir ($p<0.01$).

Yağ içeriğinin ve yağ ikame maddesi ilavesinin yoğurtların asetaldehit içeriğine etkisi olmamıştır ($p>0.05$). Depolamanın 7. gününde örneklerin asetaldehit düzeylerinin biraz arttığı görülmüş, ancak 14. günden itibaren azaldığı belirlenmiştir ($p<0.01$).

Elektron mikroskopundan alınan görüntüler düşük yağlı yoğurtların protein matriksinin yağ ikame maddesi içeren örneklerden daha farklı olduğunu göstermiştir. Genel olarak yağ ikame maddesi içeren yoğurtların yağlı yoğurtlardan daha büyük gözeneklere sahip olduğu ve pıhtı sıkılığının daha az olduğu belirlenmiştir. Simplese® 100 içeren yoğurtlarda kazein miselleri birbirine bağlanarak uzun zincirler oluştururken, yağsız kontrol yoğurtlarda kazein miselleri protein matriksinde yer alan serum proteinleri gibi dağılım göstermiştir. Maltrin 040 içeren yoğurtlar ise daha gevşek bir strüktür göstererek kazein miselleri ile bütünleşmiş, fakat nişasta jelleri bağımsız bir yapı oluşturmuştur. Simplese® 100-Maltrin 040 karışımı ile üretilen yoğurtların protein ağı, çoğu birleşmiş agregatlardan yoksun

kazein misel zincirlerinden oluşmuştur. Düzensiz nişasta granülleri yine mevcuttur, fakat protein ağıyla birleştiğinden görülmemektedir.

Yoğurtlarının yağ içeriği ile aroma puanları arasında doğru orantılı bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Yani, örneklerin yağ içeriği arttıkça aroma puanları da artmıştır ($p<0.01$). Yağ ikame maddesi ilavesinin yoğurtların aroma puanlarına etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek aroma puanını Maltrin 040 ilave edilen yoğurtlar almış, bunu sırasıyla Simplese®100 ve Simplese®100-Maltrin 040 ilave edilen yoğurtlar izlemiştir. Depolama süresi, örneklerin aroma puanlarını önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$). Depolamanın 7. gününde tüm yoğurtların aroma puanları artmış, 14. gününden itibaren ise düşmüştür.

Yağ içeriğinin, yoğurtlarının yapı-tekstür puanlarına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek yapı-tekstür puanlarını tam yağlı yoğurt, en düşük puanları ise yağsız yoğurt örnekleri almıştır. Yağ ikame maddesi ilavesi yoğurtların yapı-tekstür puanlarını önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$). En yüksek yapı-tekstür puanını Maltrin 040 ilave edilen yoğurtlar almıştır. Depolama süresince örneklerin yapı-tekstür puanları düzenli olmayan değişimler göstermiş, ancak depolama sonunda tüm örneklerin yapı-tekstür puanlarının depolamanın başlangıcına göre düştüğü saptanmıştır ($p<0.01$).

Yağ içeriği, yoğurtların görünüm puanlarını önemli etkisi düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$). En yüksek görünüm puanını tam yağlı yoğurt, en düşük puanları ise yağsız yoğurt örnekleri almıştır. Yağ ikame maddesi ilavesinin yoğurtların görünüm puanlarına etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Depolama süresinin, yoğurtların görünüm puanları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur ($p<0.01$). Depolama süresince örneklerin görünüm puanları düzenli olmayan değişimler göstermiş, ancak depolama sonunda tüm örneklerin görünüm puanlarının depolamanın başlangıcına göre düştüğü saptanmıştır.

Yağ içeriğinin, yoğurtların toplam duyusal puanlarına etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Yoğurtların yağ içeriği arttıkça toplam duyusal puanları da artmıştır. Yağ ikame maddesi ilavesi yoğurtların toplam duyusal puanlarını önemli düzeyde etkilemiştir. En yüksek toplam duyusal puanı Maltrin 040 ilave edilen yoğurtlar almış, bunu sırasıyla Simplese®100 ve Simplese®100-

Maltrin 040 ilave edilen yoğurtlar izlemiştir. Panelistlerin tam yağlı kontrol örneğinden sonra Maltrin 040 ilave edilen yoğurtları tercih ettiği ve bu yoğurtların tam yağlı kontrol örneğine yakın puanlar aldığı saptanmıştır. Depolama süresinin, yoğurtların toplam duyusal puanları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur ($p<0.01$). Depolama süresince örneklerin toplam duyusal puanları düzenli olmayan değişimler göstermiş, ancak depolama sonunda tüm örneklerin toplam duyusal puanlarının depolamanın başlangıcına göre düştüğü saptanmıştır.

Sonuç olarak, tam yağlı yoğurda alternatif olarak yağsız süttten Simplese®100 ve Maltrin 040 kullanılarak üretilen yoğurtların fizikokimyasal ve duyusal yönden olumlu sonuç verdiği görülmüştür. Özellikle duyusal olarak Maltrin 040 içeren yağı azaltılmış yoğurdun (D) yağlı kontrol örneğinden sonra en çok beğenilen örnek olduğu da göz önüne alınırsa, tüketiciye sağlıklı ve güvenilir bir ürün sunmak için yağsız yoğurt üretiminde Maltrin 040 kullanımının önerilebileceği kanısına varılmıştır.

KAYNAKLAR

- AKALIN, A.S., GÖNÇ, S., ÜNAL, G. ve FENDERYA, S., 2007. Effects of Fructooligosaccharide and Whey Protein Concentrate on the Viability of Starter Culture in Reduced-Fat Probiotic Yogurt During Storage. *Food Microbiology and Safety*, (72) : 222-227.
- AKIN, N., 1998. İnek ve Koyun Sütünden Üretilen Konsantre Yoğurdun Su Tutma Kapasitesi İndeksinin Belirlenmesi. *Gıda Mühendisliği Kongre ve Sergisi*, 16-18 Eylül, Gaziantep.
- AKIN, M. S., 2005. Effects of Inulin and Different Sugar Levels on Viability of Probiotic Bacteria and the Physical and Sensory Characteristics of Probiotic Fermented Icecream. *Milchwissenschaft*, 60 (3): 297-301.
- AKOH, C.C., 1998. Fat Replacers Based on Starch. *Food Technology*, 52(3):47-52.
- ATAMER, M. ve SEZGİN, E., 1986. Yoğurtlarda Kurumadde Arttırımının Pıhtının Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. *Gıda* 6: 327-331.
- BADUI, D. S., 1981. *Qimica De Los Alimentos* (1st ed.), Mexico City.
- BARRANTES, E., TAMIME, A. Y., DAVIES, G., and BARCLAY, M. N. I., 1994. Production of Low Calories Yogurt Using Skim Milk Powder and Fat Substitutes. 2. Compositional Changes. *Milchwissenschaft*, 49 (3): 135-139.
- BARRANTES, E., TAMIME, A. Y., and SWORD, A. M., 1994. Production of Low Calories Yogurt Using Skim Milk Powder and Fat Substitutes. 4. Rheological Properties. *Milchwissenschaft*, 49 (5): 263-266.
- DOMAGALA, J., SADY, M., GREGA, T. ve BONCZAR, G., 2005. The Influence of Storage Time on Rheological Properties and Texture of Yoghurts with the Addition of Oat-Maltodextrin As the Fat Substitute. *International Journal of Food Properites*, 8:395-404.
- DRAKE, M.A. and SWANSON, B.G., 1995. Reduced and Low-Fat Cheese Technology: A Review. *Trends in Food Science and Technology*, 6: 366-369.
- DRAKE, M.A., CHEN, X.O., GERARD, P.D. ve GURKIN, S.U., 1998. Composition and Quality Attributes of Reduced -Fat Cheese as Affected by Lecithin Type. *Journal of Food Science*, 63(6):1018-1023.
- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., KAVUNCU, O. ve GÜRBÜZ, F., 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları II) A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 1021, Ankara, 381 s.
- DZIEZAK, J.D., 1989. Fats, Oils and Fat Substitutes. *Food Technology*, 66: 66-74.
- IDF, 1993. Milk Determination of Nitrogen Content. IDF: 20B, International Dairy Federation: 41, Brussels, p.12.
- FLACK, E., 1996. The Role of Emulsifiers in Low Fat Food Products. In *Handbook of Fat Replacers*, Ch:10: 221-234.
- GÜLER-AKIN, M. B., 2005. Effects of Different Incubation Temperatures on the Acetaldehyde Content and Viable Bacteria Counts of Bio-yogurt Made from Ewe's Milk. *Int. J. Dairy Technology*, 58 (3): 174-179.

- GÜVEN, M., YAŞAR, K., KARACA, O.B. and HAYALOĞLU, A. A., 2005. The Effect of Inulin as a Fat Replacer on the Quality of Set-Type Low-Fat Yoghurt Manufacture. *International Journal of Dairy Technology*, pp.180-184.
- HETTAREACHCHY, N.S. and ZIEGLER, G.R., 1994. *Protein Functionality in Food Systems*. CRC Press, USA, 536p.
- HOOD, L., SEIFRIED, A. S. and MEYER, R., 1974. Microstructure of Modified Tapioca Starch Milk Gels. *Journal of Food Science*, 39: 117-120.
- HUYGHEBAERT, A., DEWETTINCK, K. and GREYT, W., 1996. Fat Replacers, *Bulletin of IDF*, 317: 10-15.
- KESSLER, H.G. and KAMMERLAHNER, J., 1982. Factors Effecting the Stability of Natural Set Yoghurt. In: *XXI International Dairy Congress*, Vol 1, Moscow, 283p.
- KRUSE, H.P., STOOF, G., RUBBERT, H. and ANGER, H., 1994. Characterization of Fat Replacers, *Z. Lebensm. Unters Forsch.*, 199:285-288.
- KÜÇÜKÖNER, E. ve DOĞAN, İ., 1999. Gıda Sanayinde Kullanılan Bazı Yağ İkame Maddeleri ve Özellikleri, *Gıda, Nisan*: 47-50.
- LOBATO-CALLEROS, C., TORRIJOS, M. O., SANDOVAL-CASTILLA, O., PEREZ, O. J. P., and VERNON-CARTER, E.J., 2004. Flow and Creep Compliance Properties of Reduced Fat Yoghurts Containing Protein-Based Fat Replacers. *Int. Dairy Journal*, 14 (9): 777-782.
- McMAHON, D.J., ALLEYNE, M.C., FIFE, R.L., and OBERG, C.J., 1996. Use of Fat Replacers in Low Mozeralla Cheese. *Journal of Dairy Science*, 79:1911-1921.
- METİN, M. ve KOCA, N. 1999. Yağ İkame Edici Maddelerin Süt Ürünlerinde Kullanımı. 2000'li yıllarda Gıda Bilimi ve Teknolojisi Kongresi, Bildiriler Kitabı.18-20 Ekim, İzmir.
- NEY, D.M. 1991. Symposium: The Role of the Nutritional and Health Benefits in the Marketing of Dairy Products. Potential for Enhancing the Nutritional Properties of Milk Fat. *Journal of Dairy Science*, 74: 4002-4012.
- OTT, A., GERMOND, J. E., BAUMGARTNER, M. and CHAINTREAU, A., 1999. Aroma Comparisons of Traditional and Mild Yogurts Headspace Gas Chromatography Quantification of Volatiles and Origin of Alpha-Diketones. *J Agric Food Chem* 47 (6): 2379-2385.
- ÖZER, B. 2006. *Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi*. Sidas Medya Ltd. Şti., 487s., İzmir.
- ÖZER, B., ROBINSON, R. K., GRANDISON, A. S. and BELL, A. E., 1997. Comparison of Techniques for Measuring the Rheological Properties of Labneh (Concentrated Yogurt). *International Journal of Dairy Technology*, 50 (4): 129-133.
- ÖZTÜRK, G.F., METİN, M., KOCA, N. ve BALKIR, P., 2000. (Alınmıştır: Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı, (Editör: M. Demirci) 21-22 Mayıs, s.162-172, Tekirdağ.
- SAHAN, N., YASAR, K. ve HAYALOĞLU A.A., 2008. Physical, Chemical and Flavour Quality of Non-Fat Yoghurt as Affected by a β -glucan Hydrocolloidal Composite During Storage. *Food Hydrocolloids*, 22:1291-1297.

- SANDOVAL-CASTILLA, O., LOBATO-CALLEROS, C., AGUIRRE-MANDUJANO, E. and VERNON-CARTER, E.J., 2004. Microstructure and Texture of Yoghurt as Influenced by Fat Replacers. *International Dairy Journal*, 14: 151-159.
- SHAH, N.P., 2001. Functional Food From Probiotics and Prebiotics. *Food Technology*, 55(11):41-53.
- SİPAHİOĞLU, O., ALVAREZ, V.B. and SOLANO-LAOPEZ, C., 1999. Structure, Pyhsico-Chemical and Sensory Properties of Feta Cheese Made with Tapioca Starch and Lecithin as Fat Mimetics. *International Dairy Journal*, 9:783-789.
- TSE, 1989. TS 1330 Yoğurt. Türk Standartları Enstitüsü, , 10 s., Ankara.
- TSE (2002). Çiğ Süt Standartları. Türk Standartları No: TS 1018, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TAMIME, A. Y., and DEETH, H. C., 1980. Yogurt Technology and Biochemistry. *Journal of Food Protection* 43 939–977.
- TAMIME, A. Y. and ROBINSON, R. K., 1999. Yogurt Science and Technology. p.619. Cambridge, Woodhead Publishing Ltd. Second Edition.
- TAMIME, A. Y., KALAB, M., MUIR, D.D., and BARRANTES, E., 1995. The Microstructure of Set-style, Natural Yoghurt Made by Substituting Microparticulate Whey Protein Form Milk Fat. *Journal of the Society of Dairy Technology*, 48(4): 107-111.
- UYSAL, H., KINIK, Ö., AKBULUT, N. ve GÜLEY, Z., 2003. Düşük Kalorili Yoğurt Üretiminde Simplese®100 Kullanımı. *Gıda* 28 (6): 631-635.
- WANG, S. W., 2001. A New Ingredient for Nonfat Yoghurt. *Milk Industry International, Tecnical and Research Supplement*, September, 6-7.
- YAZICI, F. ve AKGÜN, A., 2003. Effect of Some Protein Based Fat Replacers on Physical, Chemical, Textural and Sensory Properties of Strained Yoghurt. *Journal of Food Engineering*, 62: 245-254.

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Berlin’de doğdu. İlk öğrenimini ve orta öğrenimini Bursa’da tamamladı. 2000 yılında Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’ne girdi. 2004 yılında aynı bölümden Gıda Mühendisi ünvanıyla mezun oldu. Aynı yıl Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Şanlıurfa-Siverek İlçe Tarım Müdürlüğü’nde Gıda Kontrolörü olarak işe başladı. 2005 yılında Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 2006 yılından beri Bursa Tarım İl Müdürlüğü’nde Gıda Kontrolörü olarak görevine devam etmektedir.

EKLER

EK 1. Yağ ikame maddesi ilavesinin yağı azaltılmış yoğurtlarda (%1.5 yağlı) depolama boyunca saptanan bazı fizikokimyasal özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak gösterilmesi

Özellik	Örnekler	Depolama Süresi**			
		1.gün	7.gün	14.gün	21.gün
pH	B	4.50±0.05 ^{ab}	4.43±0.02 ^{bcd}	4.16±0.01 ^{ef}	4.11±0.01 ^f
	C	4.56±0.02 ^a	4.37±0.00 ^d	4.19±0.06 ^{ef}	4.12±0.04 ^f
	D	4.48±0.00 ^{abc}	4.39±0.00 ^{cd}	4.22±0.01 ^{cd}	4.14±0.01 ^{ef}
	E	4.50±0.00 ^{ab}	4.38±0.00 ^d	4.22±0.02 ^c	4.16±0.01 ^{ef}
Titrasyon asitliği	B	1.19±0.03 ^g	1.44±0.04 ^e	1.52±0.04 ^c	1.68±0.01 ^a
	C	1.12±0.01 ^h	1.35±0.00 ^f	1.44±0.00 ^c	1.60±0.00 ^b
	D	1.14±0.00 ^h	1.37±0.00 ^f	1.45±0.00 ^{de}	1.58±0.00 ^b
	E	1.14±0.00 ^h	1.36±0.00 ^f	1.47±0.01 ^d	1.58±0.00 ^b
Serum ayrılması (ml/25 g)	B	7.05±0.07 ^a	6.60±0.14 ^b	5.95±0.07 ^c	4.90±0.14 ^d
	C	6.85±0.07 ^{ab}	5.80±0.14 ^c	4.85±0.07 ^d	3.90±0.14 ^f
	D	6.60±0.14 ^b	5.10±0.14 ^d	4.40±0.14 ^e	3.50±0.00 ^g
	E	6.95±0.07 ^a	6.05±0.07 ^c	5.10±0.14 ^d	4.05±0.07 ^f
Vizkozite (cP)	B	1858±59.4 ⁱ	2576±152.7 ^h	3802±251.7 ^{fg}	4356±164.0 ^d
	C	2788±33.9 ^h	3883±60.1 ^{fg}	4279±85.6 ^{de}	5474±17.0 ^b
	D	2884±144.2 ^h	3974±53.7 ^{efg}	4785±190.9 ^c	5868±73.5 ^a
	E	2734±73.5 ^h	3646±132.9 ^g	4132±96.2 ^{def}	5238±101.8 ^b
Asetaldehit (mg/kg)	B	18.5±0.3 ^a	18.9±0.3 ^a	17.4±0.3 ^b	10.0±0.0 ^c
	C	18.7±0.1 ^a	19.2±0.3 ^a	17.4±0.6 ^b	10.2±0.3 ^c
	D	18.5±0.28 ^a	19.1±0.14 ^a	17.4±0.14 ^b	10.1±0.28 ^c
	E	18.6±0.14 ^a	19.0±0.14 ^a	17.2±0.28 ^b	10.0±0.28 ^c

* B: %1.5 yağlı kontrol, C: %1.5 yağlı Simplese®100 ilaveli, D: %1.5 yağlı Maltrin 040 ilaveli, E: %1.5 yağlı Simplese®100 ve Maltrin 040 ilaveli yoğurtlar

** Farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.01).

EK 2. Yağ ikame maddesi ilavesinin yağı azaltılmış yoğurtlarda (%0.5 yağlı)

Özellik	Örnekler	Depolama Süresi**			
		1.gün	7.gün	14.gün	21.gün
pH	F	4.56±0.01 ^{abc}	4.47±0.03 ^{abcdef}	4.40±0.24 ^{bcdefg}	4.17±0.02 ⁱ
	G	4.59±0.01 ^a	4.48±0.00 ^{abcde}	4.36±0.03 ^{defgh}	4.29±0.01 ^{tghi}
	H	4.58±0.00 ^{ab}	4.48±0.00 ^{abcde}	4.32±0.02 ^{etghi}	4.23±0.03 ^{ghi}
	I	4.53±0.01 ^{abcd}	4.39±0.01 ^{cdefgh}	4.31±0.04 ^{etghi}	4.21±0.02 ^{hi}
Titrasyon asitliği	F	1.18±0.00 ^h	1.46±0.02 ^d	1.53±0.01 ^c	1.68±0.01 ^a
	G	1.10±0.01 ^j	1.31±0.01 ^g	1.41±0.01 ^e	1.51±0.01 ^c
	H	1.10±0.00 ^j	1.36±0.01 ^f	1.42±0.01 ^e	1.52±0.00 ^c
	I	1.13±0.01 ⁱ	1.36±0.00 ^f	1.47±0.00 ^d	1.59±0.00 ^b
Serum ayrılması (ml/25 g)	F	7.45±0.07 ^a	6.70±0.14 ^{cd}	6.35±0.21 ^{etg}	5.60±0.14 ^h
	G	7.00±0.00 ^{bc}	6.30±0.14 ^{tg}	5.55±0.07 ^h	4.75±0.07 ^j
	H	6.65±0.07 ^{de}	5.60±0.14 ^h	5.15±0.21 ⁱ	4.40±0.14 ^k
	I	7.25±0.07 ^{ab}	6.55±0.07 ^{def}	6.15±0.07 ^g	5.05±0.07 ^l
Vizkozite (cP)	F	1572±96.2 ^j	2614±53.7 ^{fg}	2992±124.5 ^{ef}	3681±227.7 ^d
	G	1995±43.8 ^{hi}	2817±9.9 ^f	3700±84.9 ^d	4490±183.8 ^b
	H	2355±185.3 ^{gh}	3273±211.4 ^e	3866±206.5 ^{cd}	4936±56.6 ^a
	I	1868±147.1 ^{ij}	2264±22.6 ^{ghi}	3012±17.0 ^{et}	4252±186.7 ^{bc}
Asetaldehit (mg/kg)	F	18.4±0.1 ^b	18.9±0.4 ^{ab}	17.2±0.1 ^c	9.9±0.3 ^d
	G	18.7±0.1 ^{ab}	19.1±0.0 ^a	17.4±0.3 ^c	10.0±0.1 ^d
	H	18.5±0.3 ^{ab}	19.0±0.1 ^{ab}	17.3±0.1 ^c	9.9±0.4 ^d
	I	18.5±0.3 ^{ab}	19.0±0.1 ^{ab}	17.2±0.1 ^c	10.0±0.1 ^d

depolama boyunca saptanan bazı fizikokimyasal özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak gösterilmesi

* F:%0.5 yağlı kontrol, G: %0.5 yağlı Simplese®100 ilaveli H: %0.5 yağlı Maltrin 040 ilaveli, I: %0.5 yağlı Simplese®100 ve Maltrin 040 ilaveli yoğurtlar

** Farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.01).

EK 3. %1.5 Yağlı yoğurtlarda depolama boyunca duyuşal özelliklere ait puan değerleri

Özellik	Örnekler	Depolama Süresi**			
		1.gün	7.gün	14.gün	21.gün
Aroma	B	9.3±0.40 ^{ab}	9.5±0.40 ^a	9.1±0.20 ^{abc}	8.7±0.00 ^{bcd}
	C	7.7±0.42 ^{ef}	8.9±0.10 ^{abcd}	8.7±0.10 ^{bcd}	8.4±0.10 ^{cde}
	D	8.4±0.00 ^{cde}	9.5±0.19 ^a	9.2±0.23 ^{ab}	8.9±0.18 ^{abcd}
	E	7.5±0.18 ^f	8.6±0.33 ^{bcd}	8.6±0.25 ^{bcd}	8.2±0.28 ^{def}
Yapı Tekstür	B	4.3±0.12 ^{abc}	3.7±0.10 ^{efg}	3.9±0.14 ^{cdef}	4.3±0.06 ^{abc}
	C	4.5±0.07 ^{ab}	3.9±0.12 ^{cdef}	3.8±0.00 ^{defg}	4.2±0.23 ^{bcd}
	D	4.7±0.21 ^a	4.2±0.06 ^{bcd}	4.1±0.18 ^{bcd}	4.4±0.18 ^{ab}
	E	4.1±0.11 ^{bcd}	3.8±0.24 ^{defg}	3.6±0.00 ^{fg}	3.4±0.12 ^g
Görünüm	B	4.6±0.10 ^{ab}	4.4±0.10 ^{abc}	4.5±0.10 ^{abc}	4.4±0.10 ^{abc}
	C	4.3±0.50 ^{abc}	4.2±0.20 ^{abc}	4.4±0.00 ^{abc}	4.3±0.50 ^{abc}
	D	4.6±0.28 ^{ab}	4.3±0.47 ^{abc}	4.6±0.18 ^{ab}	4.4±0.12 ^{abc}
	E	4.7±0.21 ^a	4.1±0.14 ^{abc}	3.9±0.14 ^{bc}	3.8±0.12 ^c
Toplam	B	18.05±0.54 ^{ab}	17.65±0.60 ^{abc}	17.50±0.39 ^{abcd}	17.37±0.18 ^{bcd}
	C	16.50±0.59 ^{cdef}	16.98±0.49 ^{bcd}	16.90±0.11 ^{bcd}	16.93±0.82 ^{bcd}
	D	17.70±0.92 ^{abc}	18.10±0.72 ^{ab}	18.72±0.59 ^a	17.72±0.47 ^{abc}
	E	16.29±0.51 ^{def}	16.50±0.71 ^{cdef}	16.08±0.39 ^{ef}	15.36±0.52 ^f

* B: %1.5 yağlı kontrol, C: %1.5 yağlı Simplesse®100 ilaveli, D: %1.5 yağlı Maltrin 040 ilaveli, E:

%1.5 yağlı Simplesse®100 ve Maltrin 040 ilaveli yoğurtlar

** Farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.01).

EK 4. %0.5 Yağlı yoğurtlarda depolama boyunca duyuşal özelliklere ait puan değerleri

Özellik	Örnekler	Depolama Süresi**			
		1.gün	7.gün	14.gün	21.gün
Aroma	F	6.6±0.60 ^g	8.4±0.30 ^{abc}	7.6±0.20 ^{cdef}	7.2±0.30 ^{efg}
	G	8.2±0.20 ^{abcd}	8.7±0.20 ^{ab}	8.4±0.20 ^{abc}	7.8±0.30 ^{bcdef}
	H	8.4±0.40 ^{abc}	8.8±0.40 ^a	8.6±0.20 ^{ab}	7.9±0.20 ^{abcdef}
	I	7.1±0.40 ^{fg}	8.2±0.30 ^{abcd}	8.1±0.10 ^{abcde}	7.3±0.40 ^{defg}
Yapı Tekstür	F	4.0±0.26 ^{abcd}	3.3±0.47 ^f	3.1±0.14 ^f	3.2±0.23 ^f
	G	4.4±0.12 ^{ab}	3.6±0.29 ^{cdef}	3.4±0.21 ^{ef}	3.5±0.23 ^{def}
	H	4.5±0.00 ^a	4.1±0.14 ^{abc}	3.9±0.14 ^{bcde}	3.6±0.11 ^{cdef}
	I	4.1±0.14 ^{abc}	3.4±0.05 ^{ef}	3.1±0.14 ^f	3.3±0.00 ^f
Görünüm	F	4.5±0.20 ^{abc}	3.9±0.10 ^{ef}	3.9±0.20 ^{ef}	3.8±0.20 ^{ef}
	G	4.6±0.10 ^{ab}	4.0±0.00 ^{def}	4.1±0.20 ^{cdef}	3.9±0.10 ^{ef}
	H	4.7±0.00 ^a	4.1±0.10 ^{cdef}	4.4±0.00 ^{abcd}	4.2±0.20 ^{bcde}
	I	4.6±0.10 ^{ab}	3.9±0.10 ^{ef}	4.1±0.20 ^{cdef}	3.7±0.10 ^f
Toplam	F	15.06±1.05 ^{fghi}	15.63±0.28 ^{efg}	14.55±0.28 ^{ghi}	14.23±0.29 ⁱ
	G	17.17±0.42 ^{ab}	16.30±0.50 ^{bcde}	15.93±0.64 ^{icdef}	15.21±0.64 ^{efghi}
	H	17.57±0.35 ^a	17.00±0.64 ^{abc}	16.88±0.39 ^{abcd}	15.62±0.52 ^{efg}
	I	15.75±0.57 ^{def}	15.48±0.45 ^{efgh}	15.33±0.46 ^{efghi}	14.38±0.54 ^{hi}

* F:%0.5 yağlı kontrol, G: %0.5 yağlı Simplesse®100 ilaveli H: %0.5 yağlı Maltrin 040 ilaveli, I: %0.5 yağlı Simplesse®100 ve Maltrin 040 ilaveli yoğurtlar

** Farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.01).

EK 5. Tam yağlı kontrol örneği ile karşılaştırıldığında yağ ikame maddesi ilavesinin yağı azaltılmış ve yağsız yoğurtlarda depolama süresince saptanan bazı

Özellik	Örnekler	Depolama Süresi**			
		1.gün	7.gün	14.gün	21.gün
pH	A	4.49±0.01 ^c	4.39±0.01 ^d	4.13±0.04 ^{kl}	4.05±0.03 ^l
	C	4.56±0.02 ^{abc}	4.37±0.00 ^{de}	4.19±0.06 ^{hjk}	4.12±0.04 ^{kl}
	D	4.48±0.00 ^c	4.39±0.00 ^d	4.22±0.01 ^{ghi}	4.14±0.01 ^{ijk}
	E	4.50±0.00 ^{bc}	4.38±0.00 ^d	4.22±0.02 ^{ghi}	4.16±0.01 ^{hjk}
	G	4.59±0.01 ^a	4.48±0.00 ^c	4.36±0.03 ^{de}	4.29±0.01 ^{efg}
	H	4.58±0.00 ^{ab}	4.48±0.00 ^c	4.32±0.02 ^{de}	4.23±0.03 ^{gh}
	I	4.53±0.01 ^{abc}	4.39±0.01 ^d	4.31±0.04 ^{def}	4.21±0.02 ^{ghij}
Titrasyon asitliği	A	1.20±0.01 ^k	1.45±0.00 ^{ef}	1.54±0.01 ^c	1.70±0.00 ^a
	C	1.12±0.01 ^{lm}	1.35±0.00 ^j	1.44±0.00 ^{tg}	1.60±0.00 ^b

fizikokimyasal özelliklere etkisinin istatistiksel olarak gösterilmesi

	D	1.14±0.00 ^l	1.37±0.00 ^l	1.45±0.00 ^{ef}	1.58±0.00 ^b
	E	1.14±0.00 ^l	1.36±0.00 ^l	1.47±0.01 ^e	1.58±0.00 ^b
	G	1.10±0.01 ^m	1.31±0.01 ^j	1.41±0.01 ^h	1.51±0.01 ^d
	H	1.10±0.00 ^m	1.36±0.01 ⁱ	1.42±0.01 ^{gh}	1.52±0.00 ^{cd}
	I	1.13±0.01 ^l	1.36±0.00 ^l	1.47±0.00 ^e	1.59±0.00 ^b
Serum ayrılması (ml/25 g)	A	6.75±0.07 ^{bcd}	6.00±0.14 ^{tg}	5.40±0.00 ^{ij}	4.20±0.14 ^{mn}
	C	6.85±0.07 ^{bcd}	5.80±0.14 ^{gh}	4.85±0.07 ^{kl}	3.90±0.14 ⁿ
	D	6.60±0.14 ^{de}	5.10±0.14 ^{jk}	4.40±0.14 ^m	3.50±0.00 ^o
	E	6.95±0.07 ^{abc}	6.05±0.07 ^{tg}	5.10±0.14 ^{jk}	4.05±0.07 ⁿ
	G	7.00±0.00 ^{ab}	6.30±0.14 ^{ef}	5.55±0.07 ^{hi}	4.75±0.07 ⁱ
	H	6.65±0.07 ^{cd}	5.60±0.14 ^{hi}	5.15±0.21 ^{jk}	4.40±0.14 ^m
	I	7.25±0.07 ^a	6.55±0.07 ^{de}	6.15±0.07 ^f	5.05±0.07 ^{kl}
Vizkozite (cP)	A	2598±36.8 ^{mn}	3708±107.5 ^{ij}	4080±79.2 ^{gh}	5063±55.2 ^{cd}
	C	2788±33.9 ^{lm}	3883±60.1 ^{hij}	4279±85.6 ^{tg}	5474±17.0 ^b
	D	2884±144.2 ^{lm}	3974±53.7 ^{hi}	4785±190.9 ^{de}	5868±73.5 ^a
	E	2734±73.5 ^{lm}	3646±132.9 ^j	4132±96.2 ^{gh}	5238±101.8 ^{bc}
	G	1995±43.8 ^{pq}	2817±9.9 ^{lm}	3700±84.9 ^{ij}	4490±183.8 ^{ef}
	H	2355±185.3 ^{no}	3273±211.4 ^k	3866±206.5 ^{hij}	4936±56.6 ^d
	I	1868±147.1 ^q	2264±22.6 ^{op}	3012±17.0 ^{kl}	4252±186.7 ^{tg}
Asetaldehit (mg/kg)	A	18.5±0.28 ^a	19.0±0.28 ^a	17.5±0.42 ^b	10.2±0.42 ^c
	C	18.7±0.1 ^a	19.2±0.3 ^a	17.4±0.6 ^b	10.2±0.3 ^c
	D	18.5±0.28 ^a	19.1±0.14 ^a	17.4±0.14 ^b	10.1±0.28 ^c
	E	18.6±0.14 ^a	19.0±0.14 ^a	17.2±0.28 ^b	10.0±0.28 ^c
	G	18.7±0.1 ^a	19.1±0.0 ^a	17.4±0.3 ^b	10.0±0.1 ^c
	H	18.5±0.3 ^a	19.0±0.1 ^a	17.3±0.1 ^b	9.9±0.4 ^c
	I	18.5±0.3 ^a	19.0±0.1 ^a	17.2±0.1 ^b	10.0±0.1 ^c

* A: %3 yağlı kontrol, C: %1.5 yağlı Simplese®100 ilaveli, D: %1.5 yağlı Maltrin ilaveli, E: %1.5 yağlı Simplese®100 ve Maltrin ilaveli, G: %0.5 yağlı Simplese® 100 ilaveli H: %0.5 yağlı Maltrin ilaveli, I: %0.5 yağlı Simplese® 100 ve Maltrin ilaveli yoğurtlar

EK 6. Tam yağlı kontrol örneği ile karşılaştırıldığında yağ ikame maddesi ilavesinin yağı azaltılmış ve yağsız yoğurtlarda depolama süresince saptanan duyuşal

Özellik	Örnekler	Depolama Süresi**			
		1.gün	7.gün	14.gün	21.gün
Aroma	A	9.3±0.47 ^{abcd}	9.7±0.00 ^a	9.4±0.21 ^{abc}	9.1±0.14 ^{abcde}
	C	7.7±0.42 ^{ijkl}	8.9±0.10 ^{bcdef}	8.7±0.10 ^{cdefg}	8.4±0.10 ^{cdefghi}
	D	8.4±0.00 ^{efghi}	9.5±0.19 ^{ab}	9.2±0.23 ^{abcd}	8.9±0.18 ^{bcdef}
	E	7.5±0.18 ^{ijkl}	8.6±0.33 ^{defgh}	8.6±0.25 ^{defgh}	8.2±0.28 ^{fghij}
	G	8.2±0.20 ^{fghij}	8.7±0.20 ^{cdefg}	8.4±0.20 ^{efghi}	7.8±0.30 ^{ijkl}
	H	8.4±0.40 ^{efghi}	8.8±0.40 ^{bcdefg}	8.6±0.20 ^{defgh}	7.9±0.20 ^{hijk}
	I	7.1±0.40 ^l	8.2±0.30 ^{fghij}	8.1±0.10 ^{ghij}	7.3±0.40 ^{kl}
Yapı Tekstür	A	4.8±0.24 ^a	4.3±0.00 ^{bcde}	4.6±0.25 ^{abc}	4.7±0.00 ^{ab}
	C	4.5±0.07 ^{abcd}	3.9±0.12 ^{efg}	3.8±0.00 ^{fgh}	4.2±0.23 ^{cdef}
	D	4.7±0.21 ^{ab}	4.2±0.06 ^{cdef}	4.1±0.18 ^{def}	4.4±0.18 ^{abcd}
	E	4.1±0.11 ^{def}	3.8±0.24 ^{fgh}	3.6±0.00 ^{ghi}	3.4±0.12 ^{hij}
	G	4.4±0.12 ^{abcd}	3.6±0.29 ^{ghi}	3.4±0.21 ^{hij}	3.5±0.23 ^{ghij}
	H	4.5±0.00 ^{abcd}	4.1±0.14 ^{def}	3.9±0.14 ^{efg}	3.6±0.11 ^{ghi}
	I	4.1±0.14 ^{def}	3.4±0.05 ^{hij}	3.1±0.14 ^l	3.3±0.00 ^{ij}
Görünüm	A	4.9±0.14 ^a	4.6±0.11 ^{abc}	4.5±0.29 ^{abcd}	4.7±0.00 ^{ab}
	C	4.3±0.50 ^{bcdef}	4.2±0.20 ^{bcdefg}	4.4±0.00 ^{abcde}	4.3±0.50 ^{bcdef}
	D	4.6±0.28 ^{abc}	4.3±0.47 ^{bcdef}	4.6±0.18 ^{abc}	4.4±0.12 ^{abcde}
	E	4.7±0.21 ^{ab}	4.1±0.14 ^{cdefg}	3.9±0.14 ^{efg}	3.8±0.12 ^{fg}
	G	4.6±0.10 ^{abc}	4.0±0.00 ^{defg}	4.1±0.20 ^{cdefg}	3.9±0.10 ^{efg}
	H	4.7±0.00 ^{ab}	4.1±0.10 ^{cdefg}	4.4±0.00 ^{abcde}	4.2±0.20 ^{bcdefg}
	I	4.6±0.10 ^{abc}	3.9±0.10 ^{efg}	4.1±0.20 ^{cdefg}	3.7±0.10 ^g
Toplam	A	19.06±0.08 ^a	18.57±0.11 ^{abc}	18.38±0.75 ^{abc}	18.42±0.14 ^{abc}
	C	16.50±0.59 ^{fghi}	16.98±0.49 ^{efg}	16.90±0.11 ^{efgh}	16.93±0.82 ^{efgh}
	D	17.70±0.92 ^{bcde}	18.10±0.72 ^{abcd}	18.72±0.59 ^{ab}	17.72±0.47 ^{bcde}
	E	16.29±0.51 ^{fghij}	16.50±0.71 ^{fghi}	16.08±0.39 ^{ghijk}	15.36±0.52 ^{kl}
	G	17.17±0.42 ^{def}	16.30±0.50 ^{fghij}	15.93±0.64 ^{hijk}	15.21±0.64 ^{kl}
	H	17.57±0.35 ^{cde}	17.00±0.64 ^{efg}	16.88±0.39 ^{efgh}	15.62±0.52 ^{ijk}
	I	15.75±0.57 ^{ijk}	15.48±0.45 ^{ijk}	15.33±0.46 ^{kl}	14.38±0.54 ^l

özelliklere ait puan değerleri

* A: %3 yağlı kontrol, C: %1.5 yağlı Simplese®100 ilaveli, D: %1.5 yağlı Maltrin ilaveli, E: %1.5 yağlı Simplese®100 ve Maltrin ilaveli, G: %0.5 yağlı Simplese® 100 ilaveli H: %0.5 yağlı Maltrin ilaveli, I: %0.5 yağlı Simplese® 100 ve Maltrin ilaveli yoğurtlar

ÖZET

Yapılan çalışmada yağı % 3.0, % 1.5 ve % 0.5 oranlarına ayarlanmış rekonstitüe sütlerden, Simplese®100, Maltrin 040 ve Simplese®100-Maltrin 040 karışımı ilave edilerek toplam dokuz farklı yoğurt üretilmiştir. İki tekerrürlü olarak yürütülen denemde depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde yoğurtların fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri belirlenmiş ve yağ ikame maddesi ilavesinin mikrostrüktüre etkisi incelenmiştir.

Sütün yağ içeriğinin ve yağ ikamesi kullanımının örneklerin özelliklerini önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir. Yağ seviyesi arttıkça örneklerin pH ve serum ayrılması değerleri azalmış, titrasyon asitliği, vizkozite değerleri artmış ve duyuşal özellikleri aroma, yapı-tekstür, görünüm gelişmiştir.

Yağ ikamesi kullanımı yoğurtların pH ve serum ayrılması değerlerini azaltmış, titrasyon asitliği, vizkozite değerlerini arttırmış ve duyuşal özelliklerini iyileştirmiştir. Örneklerin mikrostrüktürü incelendiğinde, genel olarak yağ ikame maddesi içeren yoğurtların yağlı yoğurtlardan daha büyük gözeneklere sahip olduğu ve pıhtı sıkılığının daha az olduğu görülmüştür.

Yoğurtların incelenen tüm özelliklerinde depolama süresince önemli farklılıklar bulunmuştur ($p<0.01$). Depolamanın sonunda başlangıç değerlerine göre pH, serum ayrılması, asetaldehit düzeyleri azalmış, titrasyon asitliği ve vizkozite değerleri ise artmıştır. Depolama sonunda duyuşal özellikler olumsuz yönde etkilenmiştir.

Analizlerden elde edilen sonuçlara göre, kullanılan tüm yağ ikame maddelerinin yağı azaltılmış ve yağsız yoğurtların fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerini iyileştirdiği görülmüş ve yağı azaltılmış yoğurt üretiminde protein ve karbonhidrat esaslı yağ ikamelerinin başarıyla kullanılabileceği belirlenmiştir. Kullanılan yağ ikame maddeleri içinde en iyi sonuç Maltrin 040 ile elde edilmiştir ve

duyusal olarak tam yağlı kontrol yoğurdundan sonra en çok %1.5 yağlı ve Maltrin 040 ilavesiyle üretilen yoğurt (D) tercih edilmiştir.

Sonuç olarak, tam yağlı yoğurda alternatif olarak, tüketiciye sağlıklı ve güvenilir bir ürün sunmak için yağsız yoğurt üretiminde Maltrin 040 kullanılması önerilebilir.

SUMMARY

In this study, nine different set type yogurts were manufactured from skim milk powder, which fat content were standardized as 3, 1.5 and 0.5% by using Simplesse®100, Maltrin 040 and mixture of Simplesse®100-Maltrin 040 as fat replacers. In this study, which was carried out in duplicate, physical, chemical, microstructure and sensory properties of yoghurt samples were determined 1th, 7th, 14th and 21th days of storage and the effects of fat replacers on the microstructure of yogurts were investigated.

It was determined that fat levels of milk and using fat replacers affected properties of yoghurt samples in important level. While decreasing fat levels of samples, also decreased pH and whey separation, increased titrable acidity, viscosity, flavour, body and texture, appearance.

Addition of fat replacers was decreased pH and whey separation and increased titrable acidity, viscosity, flavour, body and texture, appearance of yoghurt samples. At the end of the storage period whey separation, pH, acetaldehyde, flavour, body and texture, appearance values decreased, titrable acidity and viscosity increased. When the microstructure of yogurts were investigated, it was shown that the samples, which supplied with fat replacers, had larger voids and looser structure than fatty yogurts.

All properties of yogurt samples had significant differences during storage period($p<0.01$) While pH, whey separation and acetaldehyde decreased, titrable acidity and viscosity increased at the end of storage period compare to initial day. Sensory properties of yogurt samples was negatively affected at the end of storage.

According to the results, all fat replacers, used in this study, were improved physio-chemical and sensory properties of reduced fat- and fat free yogurts. And it was determined that, protein-and carbohydrate-based fat replacers could be used satisfactorily for production of reduced fat yogurt. Among the fat replacers, the best

result was obtained by using Maltrin 040 and the sample, which contains 1.5% fat and Maltrin 040 (D), was the most preferred sample after than fatty control yogurt.

Consequently, addition of Maltrin 040 for production of reduced fat yogurt could be recommended for presentation the healthy and choosen prduct to the consumer.